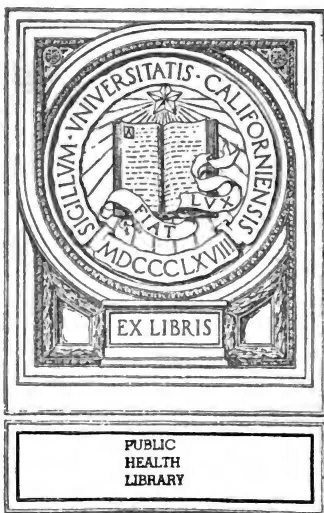
Archiv für Hygiene und Bakteriologie


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS

ARCHIV

FÜR

HYGIENE.

UNTER MITWIRKUNG VON

Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Prof. Stabsarzt Dr. H. BUCHNER, München; Prof. Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Moskau; Prof. Dr. J. v. FODOR, Budapest; Prof. Dr. M. GRUBER, Wien; Prof. Dr. A. HILGER, München; Prof. Dr. F. HUEPPE, Prag; Prof. Dr. K. LEHMANN, Würzburg; Generalarzt Dr. J. PORT, Würzburg; Prof. Dr. F. RENK, Halle; Oberstabsarzt Dr. A. SCHUSTER, München; Prof. Dr. J. UFFELMANN, Rostock; Prof. Dr. G. WOLFFHÜGEL, Göttingen

HERAUSGEGEBEN

VON

J. FORSTER, FR. HOFMANN, M. v. PETTENKOFER, M. RUBNER,

O.Ö. PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIRECTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

AMSTERDAM LEIPZIG MÜNCHEN BERLIN.

ACHTZEHNTER BAND.

MÜNCHEN UND LEIPZIG.

DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.

1893.

Inhalt.

Ueber die Beziehungen der Phosphate und des Caseïns zur Milchsäure-Gärung.

Von

Dr. Hermann Timpe.

Unter den Zersetzungen, denen die Milch infolge der Thätigkeit kleinster Lebewesen unterliegt, ist die Milchsäuregärung unstreitig die bedeutendste, da derselben, im Gegensatz zu den übrigen meist nur zeitweilig auftretenden Milchfehlern, unter normalen Verhältnissen fast jede Milch anheimfällt.

Es hat dieselbe daher auch seit der Zeit, wo das dabei hauptsächlich sich bemerkbar machende Product von Liebig und Mitscherlich genauer studirt und als eine besondere organische Säure erkannt wurde, das Interesse dauernd in Anspruch genommen.

Die Ansichten über das Wesen dieses Zersetzungsvorganges haben im Laufe der Zeit die grössten Wandlungen erfahren, und der Widerstreit der Meinungen hat sich bis in die jüngste Zeit fortgepflanzt.

Die älteste Ansicht, welche von Stahl im Jahre 1697 begründet, mit wesentlichen Modificationen und entsprechend den Fortschritten der wissenschaftlichen Erkenntnis von Liebig[1]) erweitert wurde, betrachtet den Vorgang als eine Uebertragung von Molecularbewegung, während Boutron Chalard und Fremy[2]) die Umsetzung des Zuckers schon als eine besondere Gärung auffassen, als das Ferment derselben aber das Caseïn bezeichnen.

1) Liebig. Die org. Chem. in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie 1810.

2) Compt. rend. 1841. Bd. XII. Recherches sur la fermentation lactique.

Blondeau[1]), welcher ebenfalls über diesen Gegenstand arbeitete, machte denn die Beobachtung, dass mit der Milchsäurebildung die Entwickelung von Mikroorganismen Hand in Hand geht, doch betrachtet derselbe den Vorgang nicht als einen biologischen, sondern als eine katalytische Wirkung, während Pasteur[2]) der erste war, welcher die bereits von Cagniard-Latour[3]) und fast gleichzeitig von Schwann[4]) erkannte Thätigkeit kleinster Lebewesen bei der alkoholischen Gärung auch als das Bedingende für die Milchsäuregärung erkannte. Indessen gelang es demselben noch nicht, Reinculturen des betreffenden Fermentes darzustellen und durch Infectionsversuche den Beweis für die Richtigkeit seiner Annahme zu erbringen.

Dieser Erfolg war Lister[5]) vorbehalten, welcher mit Hilfe der sog. Verdünnungsmethode sein »Bacterium lactis« genanntes Ferment isolirte und durch Uebertragung desselben auf sterile Milch die charakteristischen Erscheinungen der Milchsäuregärung hervorbrachte. Demselben Forscher gebührt auch das Verdienst, zuerst Milch aseptisch erhalten und damit den Beweis erbracht zu haben, dass in dieser Flüssigkeit a priori kein Ferment irgend welcher Art enthalten ist.

Eine wesentliche Stütze erhielten seine Angaben dann durch Meissner[6]), welcher die Versuche Lister's in letzterer Richtung mit Erfolg fortsetzte.

Soweit war die Erkenntnis der wahren Sachlage bereits gediehen, als durch die Einführung der verbesserten Untersuchungsmethoden durch Koch die Bacterienforschung einen neuen Aufschwung nahm.

Mit neuen Hilfsmitteln versehen, konnte dann Hueppe[7]) daran denken, die bisher veröffentlichten Arbeiten einer genaueren

1) Journ. de Pharm. et de Chim 1847. Bd. XII.
2) Compt rend. 1857. Bd. 45.
3) Institut vom 23. Novb. 1836.
4) P. aggend Ann. 1837. Bd. 41.
5) Lister. The pharm. Journ. and transact Vol. VIII 77—78.
6) Die chirurgische Klinik in Göttingen. Jahresbericht 1875—1879. Mittheilung von Rosenbach.
7) Mittheil. aus dem Kais. Gesundheitsamt. 1884. Bd. II.

Prüfung zu unterziehen und die noch immer schwankenden Ansichten über das Wesen der Milchsäuregärung durch Beibringung exacter Versuchsergebnisse zu befestigen.

Ausser dem von Hueppe isolirten Milchsäurebacillus, welcher übrigens mit dem von Lister gefundenen identisch zu sein scheint, sind in jüngster Zeit noch eine ganze Anzahl von Mikroorganismen aufgefunden und beschrieben worden, denen ebenfalls die Fähigkeit zukommt, eine Milchsäuregärung in der Milch hervorzurufen. Allein unter allen diesen scheint doch der von Hueppe beschriebene eine hervorragende Stelle einzunehmen, denn während die Uebrigen nur ausnahmsweise in sauerer Milch angetroffen werden, ist der erstere, von Hueppe »Bacillus acidi lactici« benannte Spaltpilz der am meisten verbreitete und in spontan geronnener Milch stets zu finden.

Während so die von Pasteur und Lister begründeten und von Hueppe befestigten Ansichten über die Milchsäuregärung im Begriff schienen, sich allgemeinere Anerkennung zu verschaffen, sieht sich neuerdings Fokker[1]) veranlasst, den ältesten Ansichten gemäss, wiederum das Caseïn als das eigentliche Milchsäureferment zu bezeichnen, die Wirkung von Bacterien aber nur soweit zuzugeben, als dieselben sozusagen durch ihre Gegenwart ermunternd auf die Thätigkeit des Caseïns einwirken sollen.

Diese Ansicht, welche auf Grund der Erfahrung aufgestellt wurde, dass sich in Eiweiss-freien Zuckerlösungen nur minimale Mengen Milchsäure bilden, während in sauerer Milch nach Richet[2]) bis zu 1,6 % enthalten sein sollen, sucht Fokker durch eine Reihe von Versuchen zu stützen, die aber, soweit dieselben überhaupt beweisfähig sind, nur eine gewisse Abhängigkeit zwischen der gebildeten Milchsäuremenge und der Menge des Caseïns, bzw. der verwendeten Eiweissstoffe zeigen.

Wie wenig aber die betreffenden Versuche den Anforderungen der bacteriologischen Technik entsprechen, geht aus Versuch II[3])

1) Fortschritte der Medicin VII, 1889, Nr. 11.
2) Compt. rend. T. 86. 1878.
3) a. a. O.

hervor. Fokker füllt drei Kölbchen mit durch Essigsäure vom Caseïn befreiter Molken. Diese, mit sauerer Milch geimpft, ergeben nach einem Tage einen Säuregrad von 3,1—3,3—3,3 ccm, nach zwei Tagen dagegen einen solchen von 0,6—1,4—1,7 ccm.

Diese Angabe ist wohl kaum anders verständlich als durch die Annahme, dass das Versuchsmaterial Fokker's mit fremden Mikroorganismen verunreinigt war, deren alkalische Stoffwechselproducte einen solchen Rückgang des Säuregrades bewirkten, und es geht hieraus hervor, dass das Impfmaterial Fokker's nicht etwa in dem Milchsäureferment, sondern thatsächlich in sauerer Milch, d. h. einem Gemisch der verschiedensten Bacterienarten bestand.

Aehnlich begründete Fränkel[1]) seine Einwände, doch kommt derselbe in Anbetracht der unverkennbaren Abhängigkeit zwischen dem Caseïn und der gebildeten Säuremenge zu dem Schluss, dass ersteres dennoch nur als günstigeres Nährmaterial in Betracht kommen könne, während Kabrhel[2]) auf Grund der schon von Boutron[3]) Chalard und Fremy gemachten Beobachtung, dass durch Zusatz eines Neutralisationsmittels (Calciumcarbonat) die Menge der gebildeten Säure beträchtlich erhöht wird, sowie aus seinen eigenen in dieser Richtung angestellten Versuchen die Folgerung ziehen zu dürfen glaubt, dass auch in der Milch Substanzen vorhanden seien, welche durch chemische Bindung der freien Säure deren hemmende Wirkung auf die Entwickelungsfähigkeit der Bacterien aufhöben.

Zur Stütze dieser Annahme führt Kabrhel die von ihm früher bewiesene Thatsache an, dass, während durch Salzsäure bei bestimmter Concentration Mikroparasiten vernichtet würden, bei Zusatz von Eiweisskörpern zu solchen antiseptisch wirkenden Lösungen die genannte Eigenschaft in hohem Maasse abgeschwächt werde und gelangt derselbe in Anbetracht der neueren chemischen Erfahrung, wonach Eiweisskörper mit Salzsäure höchst unbeständige Verbindungen eingehen, zu dem Schluss, dass auch das

1) Zeitschrift f. Bacteriol. u. Parasitenkunde VI, 1889, Nr. 11.

2) Allg. Wiener med. Zeitg. 1889, Nr. 52 u. 53.

3) a. a. O.

Caseïn diese Eigenschaft theilen und dadurch die schädliche Wirkung der Säure auf die Mikroorganismen eliminiren könnte. So einleuchtend aber auch die letzteren Betrachtungen sind, so ist doch die zur Erledigung dieser Frage angestrebte Beweisführung eine durchaus unzulängliche.

Durch Rechnung weist Kabrhel zuerst nach, dass, falls keine Säure an Caseïn gebunden wäre, die Acidität der Molken eine grössere sein müsste, als die der ursprünglichen das Caseïn enthaltenden Mischung, und da seine Versuche stets das Gegentheil hiervon ergaben, so glaubt er die Richtigkeit der oben angeführten Annahme damit erwiesen zu haben.

Es muss dieses um so mehr befremden, als kurz zuvor Söldner[1]) dargethan hatte, dass dem Caseïn selbst die Rolle einer Säure zukommt, und dass auf 100 Thl. Caseïn 1,55 Thl. resp. 2,36 Thl. CaO erforderlich sind, um im ersteren Falle eine auf Lakmus, im letzteren eine auf Phenolphtaleïn neutral reagirende Verbindung zu erzielen.

Die Beobachtungen Kabrehl's würden also in Anbetracht dieser Thatsache ihre einfache Deutung finden unter der Voraussetzung, dass die Differenz zwischen der Acidität der Molken und derjenigen der caseïnhaltigen Mischung dem Säuregrad des Caseïns entspräche. Indessen hat Kabrhel in dieser Richtung gar keine Versuche angestellt.

Weiter aber gibt die Beobachtung, dass sich in den Molken eine weit grössere Säuremenge findet, als sich sonst in Zukerlösungen zu bilden pflegt, dem Verf. zu allerlei Reflectionen Veranlassung, wobei derselbe indessen gänzlich die Thatsache ausser Acht lässt, dass in der Milch nicht unerhebliche Mengen phosphorsauerer Salze enthalten sind, welche einen Theil ihres Alkalis zur Neutralisation der gebildeten Milchsäure abgeben und dabei selbst in einbasische Salze übergehen, von denen man nicht ohne Weiteres annehmen kann, dass sie, entsprechend ihrer saueren Reaction, ebenso wie freie Säure antiseptisch auf die Bacterien einwirken.

Es ist daher nur natürlich, dass die Molken eine weit grössere Acidität zeigen müssen, als phosphatfreie Zuckerlösungen. Ebenso

1) Landw. Versuchsstationen XXXV. 1888.

selbstverständlich aber ist es, dass bei der Neutralisation solcher sauerer Molken sich ein Niederschlag von Calciumphosphat bilden muss, ohne dass man genöthigt wäre, aus dieser Thatsache mit Kabrhel die Schlussfolgerung zu ziehen, der gebildete Niederschlag bestehe aus Acidalbumin.

Es ist nun im Nachfolgenden der Versuch gemacht worden, den Nachweis für die erhöhte Säureproduction bei Gegenwart von mehrbasischen Phosphaten zu erbringen, sowie Aufklärung über die Frage zu erlangen, in welcher Weise das Caseïn bei der erhöhten Milchsäurebildung in der Milch betheiligt ist.

Zur Beantwortung dieser Frage aber ist es zuvor nöthig, die event. gebildete Milchsäuremenge in Zuckerlösungen mit oder ohne Zusatz neutralisirender Substanzen festzustellen

I. Milchsäurebildung in Zuckerlösungen.

Zur Bestätigung der schon von Richet [1]) gemachten Angabe, dass Milchsäurebacillen in reiner Milchzuckerlösung keine Säure zu bilden vermögen, wurde folgender Versuch angestellt:

Reine 5%ige Milchzuckerlösung wurde durch Kochen mit kohlensauerem Kalk neutralisirt, filtrirt und nach der Sterilisation [2]) mit Bacillus acidi lactici geimpft. Nach 8 Tagen wurde titrirt, und es verbrauchten 50 ccm Lösung im Mittel von 5 Versuchen 0,12 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge.

Da hier scheinbar eine, wenn auch sehr geringe Säurebildung stattgefunden hatte, so wurde der Versuch in der Weise wiederholt, dass aus der geimpften Lösung mit steriler Pipette eine Probe zu Plattenculturen entnommen wurde. Dieselbe Lösung blieb dann 8 Tage im Thermostaten bei 36° C. stehen und wurde dann, nachdem wiederum eine Probe entnommen war, titrirt. Das Volumen betrug noch 46 ccm und verbrauchten diese 0,10 ccm $^1/_{10}$ N.-Natronlauge. Die Anzahl der Keime betrug zu Beginn des

1) a. a. O.

2) Der Kürze halber sei hier ein für allemal erwähnt, dass sämmtliche Versuchslösungen vor dem Impfen an drei auf einander folgenden Tagen je eine halbe Stunde im strömenden Dampf sterilisirt wurden. Die Impfung geschah mit Reinculturen von Bacillus acidi lactici (Hueppe) worauf die Lösungen bei 36° C im Brutschrank aufbewahrt wurden.

Versuches in 1 ccm 40000, zu Ende desselben 168000. Ein zweiter Versuch ergab pro 1 ccm zu Anfang 75000, zu Ende 240000 Keime.

Eine Vermehrung um das 3- bis 4-fache während der angegebenen Zeit ist eine so minimale, dass von einem eigentlichen Wachsthum wohl kaum die Rede sein kann, und ist dasselbe vielleicht nur auf die Anwesenheit äusserst geringer Mengen stickstoffhaltiger Verunreinigungen im Milchzucker zurückzuführen.

Dass das Hindernis für die Entwickelungsfähigkeit aber nicht etwa in der Abwesenheit neutralisirender Substanzen zu suchen ist, geht daraus hervor, dass auch bei Zusatz von kohlensauerem Kalk keine Säurebildung stattfand.

Der entsprechende Versuch wurde so angestellt, dass gewogene Mengen von reinem kohlensauerem Kalk[1]) einer reinen 5%igen Zuckerlösung vor dem Sterilisiren zugesetzt wurden. Nach 8tägigem Stehen im Brutschrank bei 36° C. wurde die Lösung sammt dem Niederschlag erst zum Sieden erhitzt, darauf mit einer überschüssigen Menge 1/10 Normalschwefelsäure versetzt, gekocht, um die Kohlensäure zu vertreiben und nunmehr mit Natronlauge zurücktitrirt.

	1	2	3
ccm Zuckerlösung	50	50	50
kohlensauren Kalk	0,1005	0,2016	0,3008 g
zugesetzte ccm 1/10 Normalsäure .	15	25	35
verbrauchte ccm 1/10 Natronlauge	4,90	4,75	5,00
Rest-Säure für kohlensauren Kalk	10,10	20,25	30,00
gefunden kohlensauren Kalk . .	0,1010	0,2025	0,3000 g
Differenz kohlensaurer Kalk . .	+ 0,0005	+0,0009	--0,0008 g

Da die zum Theil positiven zum Theil negativen Differenzen noch innerhalb der Fehlergrenzen fallen, so beweist der vorliegende Versuch. dass auch in Zuckerlösungen bei Gegenwart neutralisirender Substanzen kein Wachstum von Bacterien stattfindet.

1) Der kohlensaure Kalk wurde durch Fällen einer reinen Calciumchloridlösung mit reiner Natriumbicarbonatlösung gewonnen; der Niederschlag wurde erhitzt und mit siedendem Wasser auf dem Filter so lange gewaschen, bis das Filtrat keine Chlorreaction mehr zeigte. Darauf wurde bei 150° C getrocknet

Ein ebenso negatives Resultat ergaben die Versuche bei Gegenwart von einzelnen Salzen der Milch und der gesammten Milchasche.

Als Versuchslösungen wurden verwandt:

1. Milchzuckerlösung + $K_2 HPO_4$
2. „ + $Ca_3 P_2 O_8$
3. „ + $Ca_3 P_2 O_8$ + $K_2 HPO_4$
4. „ + $K_2 HPO_4$ + KCl + $NaCl$
und endlich
5. „ + Milchasche.

Der letztere Versuch wurde so angestellt, dass Milchasche in verdünnter Salzsäure gelöst und ein Theil der Lösung mit Natronlauge versetzt wurde, bis eine geringe bleibende Trübung entstand. Letztere wurde durch einen Tropfen Salzsänre wieder beseitigt und darauf das Ganze mit einer 5%igen Zuckerlösung versetzt. Von dieser Lösung erhielten 3 Kölbchen je 50 ccm, während in einem gleichen Volum der Säuregrad mit $^1/_{10}$ N.-Natronlauge unter Anwendung von Phenolphtaleïn als Indicator bestimmt wurde.

50 ccm Lösung verbrauchten ungeimpft 21,50 ccm $^1/_{10}$ N.-Natronlauge, die geimpften Proben nach 8 Tagen: 21,45—21,55—21,40 ccm $^1/_{10}$ N.-Natronlauge.

Da auch hier keine Säurebildung stattgefunden hat, so zeigt der Versuch, dass an der Nährfähigkeit von Zuckerlösungen für den in Rede stehenden Hueppe'schen Milchsäurebacillus auch durch die Gegenwart der mineralischen Bestandtheile der Milch nichts geändert wird und dass daher die letzteren, insbesondere auch die Phosphate als Nährsalze für das Milchsäureferment nicht ausreichen. Dass die Phosphate in einer geeigneten Nährstofflösung aber einen indirecten Einfluss auf die Entwickelung der Mikroorganismen ausüben, wird sich weiter unten zeigen.

Ein Theil der oben erwähnten Milchaschelösung, welche mit Ammoniak und Milchzuckerlösung versetzt wurde, zeigte in 50 ccm eine Anfangsacidität von 28,50 ccm $^1/_{10}$ N.-Natronlauge, nach 8 Tagen aber eine solche von 41,70 ccm also eine Zunahme

von 13,2 ccm ¹/₁₀ N.-Natronlauge, entsprechend einem Säuregehalt von 0,1188 g.

Dieses Resultat beweist, dass das Milchsäureferment keineswegs organische stickstoffhaltige Körper zum Leben nöthig hat, sondern schon bei Gegenwart von unorganischen Ammonsalzen und Milchzucker alle Bedingungen zur Entwickelung und Säurebildung findet.

Zugleich gibt aber diese Thatsache die Mittel an die Hand, um ungestört durch fremde Einflüsse die Concentration der freien Säure festzustellen, bei welcher das Wachsthum des Milchsäurefermentes gehemmt wird.

II. Feststellung der Concentration der freien Milchsäure.

Eine 5%ige Milchzuckerlösung wurde mit Chlorammonium versetzt und mit der filtrirten Lösung 3 Kölbchen gefüllt, sterilisirt und geimpft. 50 ccm, welche eine Anfangsacidität von 0,05 ccm ¹/₁₀ N.-Natronlauge zeigten, verbrauchten nach 8 Tagen 2,45—2,10—2,20 ccm ¹/₁₀ Normallauge.

Die grösste Differenz von 0,35 ccm ¹/₁₀ Natronlauge entsprechend 0,00315 g Milchsäure in 50 ccm Lösung muss unter den gegebenen Verhältnissen wohl noch als innerhalb der Fehlergrenze liegend betrachtet werden, da selbst für den Fall, dass die Empfindlichkeit der Mikroorganismen gegen Säuren die denkbar grösste sein sollte, sich Differenzen ergeben müssen, weil beim Sterilisiren der Lösungen das Volum der letzteren stets eine geringe Aenderung erleidet. Wir haben also im Mittel 2,25 ccm ¹/₁₀ Natronlauge entsprechend 0,02025 g Milchsäure auf 50 ccm Lösung oder 0,0405%.

Abgesehen davon, dass dieser Versuch nochmals die Annahme bestätigt, dass eine Lösung von Milchzucker und Ammoniaksalzen zur Ernährung des Milchsäurefermentes ausreichen, zeigt derselbe zugleich, dass die Entwickelung des letzteren nur so weit geht, bis die Lösung einen Gehalt von rund 0,04% freier Milchsäure aufzuweisen hat, bei welcher Concentration dieselbe alsdann antiseptisch auf das Ferment einwirkt.

Nach diesen vorbereitenden Versuchen können wir nunmehr dazu übergehen, den Einfluss der Phosphate und des Caseïns auf die Entwickelung und Säurebildung des Milchsäurefermentes festzustellen.

III. Wirksamkeit der Phosphate.

Schon weiter oben haben wir gefunden, dass bei Gegenwart von Milchasche und Ammonsalzen in 50 ccm Lösung eine Menge von 0,1188 g Milchsäure gebildet wurden, aber es ist ohne Weiteres klar, dass diese ganze Säuremenge nicht im freien Zustande vorhanden sein kann, sondern mit einem Theil der basischen Bestandtheile der Phosphate Salze gebildet hat.

Die Phosphate selbst müssen dabei in einbasische Salze übergegangen sein, welche trotz ihrer saueren Reaction entweder das Wachsthum der Bacterien nicht beeinträchtigen oder doch, wie jener Versuch zeigt, in verhältnismässig grossen Mengen von denselben vertragen werden.

Um hierüber zu einem bestimmten Schluss zu gelangen, wurden die folgenden beiden Versuche angestellt.

Eine 5%ige Milchzuckerlösung wurde mit Chlorammonium versetzt, sorgfältig neutralisirt und je 50 ccm dieser Lösung mit einer Dikaliumphosphatlösung versetzt, welche in 10 ccm 0,1470 g P_2O_5 enthielt, und zwar erhielt:

	1	2	3
Phosphatlösung	5	10	15 ccm
Gesammt-Volum	55	60	65 ccm

Hierauf wurde sterilisirt und geimpft. Nach 8 Tagen verbrauchten:

	1	2	3
verbrauchte Lösung	13,10	22,60	33,85 ccm 1/10 N.

Als Indicator wurde bei diesen ebenso wie bei den vorigen Versuchen Phenolphtaleïn verwendet, denn es ist bekannt, dass die einbasischen Phosphate auf diesen Indicator sauer, die zweibasischen Phosphate aber neutral reagiren, während die dreibasischen löslichen Phosphate eine alkalische Reaction zeigen.

Ein abweichendes Verhalten zeigen die unlöslichen Triphosphate, wie Tricalciumphosphat und phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, welche auf den gegebenen Indicator nicht reagiren.

Da nun bei Gegenwart von Kalksalzen die Phosphorsäure beim Neutralisiren sofort als unlösliches Triphosphat gefällt wird, so kann man aus der verbrauchten Menge Alkali, sobald der Gehalt an CaO bekannt ist, die ursprüngliche Neutralisationsstufe der Phosphate berechnen.

So verbrauchten 5 ccm einer Mononatriumphosphatlösung, welche 0,033292 g Salz enthielten, unter Anwendung von Phenolphtaleïn als Indicator 2,80 ccm 1/10 Natronlauge, entsprechend 0,0112 g NaOH, durch Rechnung gefunden 0,011097 g NaOH.

Dieselbe Menge aber, mit $CaCl_2$ im Ueberschuss versetzt, verbrauchte 5,45 ccm, also fast genau das Doppelte, um auf diesen Indicator schwach alkalisch zu reagiren.

Wäre nun im obigen Versuch die ganze Phosphatmenge in Monophosphat übergegangen, so würden zur Neutralisation derselben, (da in 10 ccm Phosphatlösung 0,1470 g P_2O_5 enthalten sind), erforderlich sein: 10,35—20,70—31,05 ccm 1/10 Natronlauge, und ziehen wir diese von den durch Titration gefundenen Zahlen ab, so bleibt:

2,75—1,90—2,80 ccm 1/10 N.-Natronlauge,

welche demnach zur Neutralisation der in der Lösung enthaltenen freien Säure erforderlich waren. Berechnen wir nun diese Mengen auf das gleiche Volum 50 ccm, so erhalten wir:

2,5—1,6—2,15 ccm 1/10 N.-Lauge.

Durch frühere Versuche hatten wir hierfür die Zahl 2,25 ccm gefunden. Mit Ausnahme von Nr. 2, welche eine Abweichung von 0,9 ccm 1/10 Normallauge zeigt, stimmen die gefundenen Zahlen also sehr annähernd mit dieser Zahl überein, und es folgt daraus, dass, abgesehen von einer geringen zur Ernährung nothwendigen Menge P_2O_5, die Wirksamkeit einer grösseren Menge der mehrbasischen Phosphate nur darin besteht, dass dieselben einen entsprechenden Theil ihrer Basis zur Neutralisation der gebildeten Milchsäure abgeben und daher für die Entwickelung des Milchsäurefermentes keine andere Bedeutung haben, als jedes beliebige

Neutralisationsmittel, nicht aber, wie Hueppe[1]) bemerkt, als besonders günstige Nährsalze in Betracht kommen. Dass die Wirkung der gelösten mehrbasischen Alkaliphosphate eine beschleunigtere ist, und das Maximum des Säuregrades schneller erreicht wird als bei Anwendung von ungelöstem kohlensauerem Kalk oder Zinkoxyd, mag zugegeben werden, und ist dieses vom chemischen Standpunkte aus leicht begreiflich.

Die weniger günstige Wirkung der zuletzt genannten Stoffe, gegenüber den mehrbasischen Phosphaten, könnte nämlich darin begründet sein, dass die gebildete Säure nicht sogleich in statu nascendi neutralisirt wird und daher hemmend auf die Entwickelung der Organismen einwirken kann.

Desgleichen aber folgt aus dem Versuch, dass einbasische Phosphate keinen hemmenden Einfluss auf das Wachsthum des Milchsäurefermentes ausüben und die sämmtlichen Phosphate der Milch bei der Milchsäuregärung erst in einbasische Salze übergehen werden, bevor durch die Gegenwart von freier Milchsäure die Mikroorganismen in ihrer Entwickelungsfähigkeit gehemmt werden und der weiteren Säureproduction Einhalt gethan wird.

Dasselbe bestätigt der folgende Versuch: 10—20 und 30 ccm einer Dikaliumphosphatlösung, welche in 10 ccm Lösung 0,200064 g Salz enthielt (in 250 ccm 5,0016 g) entsprechend 0,081635 g P_2O_5 wurden mit je 50 ccm einer 5%igen Zuckerlösung versetzt, welche etwas Chlorammonium enthielt.

Das Volum betrug demnach: 60—70 und 80 ccm und verbrauchten diese nach 8 Tagen:

13,5—25,65—38,7 ccm 1/10 Natronlauge.

Sollten die in der Lösung enthaltenen Phosphate bei der Gärung in einbasisches Salz umgewandelt sein, so würden dieselben zur Ueberführung aus dem einbasischen in den zweibasischen Zustand erfordern:

11,5—23,00—34,5 ccm 1/10 N.-Natronlauge

1) a. a. O.

und die Differenz aus diesen und den durch Titration gefundenen Zahlen, nämlich:

2,0 – 2,65—4,2 ccm $^1/_{10}$ Natronlauge

würden zur Neutralisation der überschüssigen freien Milchsäure übrig bleiben. Berechnen wir diese letzteren Zahlen auf das gleiche Volum 50 ccm, so erhalten wir die Werthe:

1,666—1,893—2,625 ccm,

welche zwar unter einander in maximo um fast 1 ccm differiren, von dem früher gefundenen Mittelwerthe 2,25 aber nicht wesentlich abweichen.

Mag aber immerhin dieser letztere Werth den thatsächlichen Verhältnissen nicht entsprechen, so ist dieses für unsere Betrachtungen ohne Bedeutung, da sich ein mehr oder weniger von 0,04% Milchsäure in sauerer Milch kaum würde feststellen lassen. Jedenfalls aber zeigen die gefundenen Werthe deutlich die Abhängigkeit der gebildeten Milchsäuremenge von der Menge der vorhandenen mehrbasischen Phosphate.

Da nun aber diese Salze fast die Hälfte der Gesammtmenge der mineralischen Bestandtheile der Milch ausmachen, so erklärt sich schon hieraus der wesentlich höhere Säuregehalt in sauerer Milch gegenüber anderen phosphatfreien künstlichen Nährlösungen, und wenn daher Fokker auf Grund dieser Beobachtung die Thätigkeit von Bacterien bei der Milchsäuregärung in Abrede stellen und das Caseïn als das eigentliche Säureferment betrachtet wissen will, so dürften die obigen Versuche wohl geeignet sein, die gänzliche Haltlosigkeit solcher Annahme zu beweisen.

IV. Wirkung des Caseïns bei der Säurebildung.

Wie aus dem bisher Gesagten hervorgeht, ist es durchaus unzulässig, mit Milch oder Molken zu arbeiten, wie solches von Kabrhel[1]) geschehen ist, wenn es sich darum handelt, die Beziehungen zwischen dem Caseïn und der gebildeten Säuremenge festzustellen.

In meinen weiteren zu diesem Zwecke angestellten Versuchen wurde daher zur Elimination der störenden Einwirkung der

1) a. a. O.

Phosphate mit reinen Lösungen von Caseïn und Milchzucker gearbeitet.

Caseïn wurde nach Hammarsten's[1]) Vorschrift bereitet und eine abgewogene Menge desselben in verdünnter Natronlauge gelöst, so dass die Lösung auf Lakmus schwach alkalisch, auf Phenolphtaleïn aber noch sauer reagirte.

Dieses Verfahren ist deswegen nöthig, weil beim Erhitzen einer stärker alkalischen Zuckerlösung letztere sich bräunt und alsdann die Anwendung von Phenolphtaleïn als Indicator nicht mehr möglich ist.

Im vorliegenden Versuch wurden 5,1380 g Caseïn, welches zuvor auf seine Reinheit geprüft war und eine kaum wägbare Menge Asche hinterliess, gelöst und auf 250 ccm aufgefüllt.

Von dieser und der frisch bereiteten Milchzuckerlösung wurden verwendet:

	1	2	3	4	5
Caseïnlösung . .	5	10	15	20	25 ccm
Zuckerlösung 5%	30	30	30	30	30 ccm

Darauf wurde sterilisirt und geimpft. Nach 12 Stunden bei Bruttemperatur zeigten alle Proben einen weissen Bodensatz und war das Caseïn schon nach 24 Stunden vollständig labähnlich gefällt. Nach 8 Tagen wurde titrirt und zwar so, dass zuerst ein geringer Ueberschuss von $^1/_{10}$ Normal-Natronlange zugesetzt wurde, bis das Caseïn wieder gelöst war und die Lösung auf Phenolphtaleïn alkalisch reagirte. Alsdann wurde mit $^1/_{10}$ Normal-Schwefelsäure zurücktitrirt.

Es wurden verbraucht:

	1	2	3	4	5
verbr. Lösung $^1/_{10}$ N.-Lauge[2])	2,35	4,35	6,10	8,00	10,95

Allerdings ist hier eine dem Caseïngehalt entsprechende Zunahme des Säuregrades bemerkbar, allein es ist zu beachten, dass

1) Festschrift, Upsala 1877. S. 7.

2) Von den obigen Zahlen ist bereits die der Schwefelsäure entsprechende Menge Natronlauge in Abzug gebracht.

von diesen Zahlen erst die dem Caseïn selbst zukommende Acidität in Abzug zu bringen ist.

Söldner[1]) gibt an, dass zur Bildung einer auf Phenolphtaleïn neutral reagirenden Verbindung auf 100 Theile Caseïn 2,36 Theile CaO erforderlich seien.

Da indessen diese Angabe von anderer Seite noch keine Bestätigung gefunden hat, so war es nöthig, sich zuvor von der Richtigkeit derselben zu überzeugen.

Das frisch bereitete zu den Versuchen benutzte Caseïn verbrauchte pro 1 g im Mittel von 5 Versuchen 9,35 ccm $^1/_{10}$ N.-Natronlauge (grösste Differenz 0,15 ccm), um auf Phenolphtaleïn, dagegen 3,10 ccm, um auf Lakmus neutral zu reagiren, entsprechend einem Gehalt von

0,0374 g NaOH
und 0,0124 g NaOH.

Die erstere Zahl ist fast genau das Dreifache der letzteren, nämlich: $0{,}0124 \times 3 = 0{,}0372$ (Differenz 0,0002). Dieses Verhältnis (1 : 3) des Alkali in den beiden Verbindungsstufen desselben mit Caseïn charakterisirt das letztere als eine dreiwerthige Säure oder beweist doch wenigstens, dass dasselbe mindestens drei Gruppen enthalten muss, welche befähigt sind, ebenso viele einwerthige basische Atome unter Bildung salzartiger Verbindungen zu binden.

Berechnet man nun die obigen Zahlen auf CaO, so ergibt sich für die beiden Verbindungsstufen:

auf 100 Theile Caseïn 2,618 Theile CaO
und 100 „ „ 0,868 „ „
Verhältnis 3 : 1,

während Söldner angibt:

auf 100 Theile Caseïn 2,36 Theile CaO
und 100 „ „ 1,55 „ „
Verhältnis 3 : 2.

Wollte man also das Caseïn als dreiwerthige Säure ansprechen, so hätten wir hier die Erscheinung, dass die secundäre Natrium-

---

1) a. a. O.

verbindung auf Lakmus alkalisch, die secundäre Calciumverbindung aber auf denselben Indicator neutral reagirte. Abgesehen davon aber zeigen die für die höhere Verbindungsstufe ermittelten Werthe eine Differenz von 0,25 g CaO auf 100 g Caseïn. Da indessen die durch eigene Versuche ermittelten Zahlen unter einander reichlich ebenso gut übereinstimmen, als die Söldnerschen und auch sonst kein Grund für die Annahme einer grösseren Genauigkeit der letzteren vorliegt, so sind den nachfolgenden Versuchen die eigenen Werthe zu Grunde gelegt. Wir hätten demnach in der obigen Versuchsreihe von den durch Titration gefundenen Zahlen in Abzug zu bringen:

0,96—1,92—2,88—3,84—4,80 ccm,

und es bliebe als Rest für freie oder an Caseïn gebundene Säure:

1,39—2,43—3,22—4,16—6,15 ccm $^{1}/_{10}$ N.-Natronlauge.

Die gleichzeitige Zunahme des Säuregehaltes mit steigendem Caseïngehalt fällt hier sofort in die Augen, denn dass die erstere nicht etwa auf Kosten des wachsenden Volumens zu setzen sei, liegt auf der Hand, da dasselbe in dem vorliegenden Falle nur von 35 auf 55 ccm ansteigt, also sich noch nicht einmal verdoppelt, während die obigen Zahlen bis fast auf das 5fache anwachsen.

Wollte man also annehmen, dass der gefundene Säuregehalt aus zwei Theilen bestände, nämlich der an Caseïn gebundenen und der freien Säure, so würde man beide leicht berechnen können, wenn das Verhältnis des Fehlers zu den ermittelten Werthen ein sehr geringes wäre. Man brauchte alsdann nur die Anzahl Cubikcentimeter $^{1}/_{10}$ N.-Natronlauge, welche zur Neutralisation der an das Caseïn gebundenen Säure erforderlich ist mit x, $2x$, $3x$ etc. zu bezeichnen und die Differenzen: ($1{,}39-x$, $2{,}43-2x$, $3{,}22-3x$) etc., welche der freien Säure entsprechen, auf das gleiche Volum zu berechnen.

Wir erhalten so die Werthe:

$$\frac{1{,}39-x}{35},\quad \frac{2{,}43-2x}{40},\quad \frac{3{,}22-3x}{45}\quad \text{u. s. w.}$$

welche, da der Procentgehalt an freier Säure für ein und denselben Mikroörganismus als constant vorauszusetzen ist, unter sich gleich

sein müssen, und durch deren Combination man 10 Gleichungen zur Berechnung von x erhält.

Führt man jene Rechnung aber aus, so erhält man Werthe, welche weder mit den früher für die Concentration der freien Säure gefundenen, noch unter einander übereinstimmen, und es ergibt sich daraus, dass das Verhältnis der im Verlaufe des Versuches entstehenden Fehler zu den gefundenen Zahlen zu gross ist, um diese rechnungsmässig verwerthen zu können.

Sehen wir daher vorläufig von der Grösse der in Frage stehenden Werthe ab, so scheint doch das festzustehen, dass dem Caseïn thatsächlich die Fähigkeit zukommt, sich mit Milchsäure in bestimmtem Verhältnis zu verbinden, und unter dieser Voraussetzung führt eine einfache Betrachtung der gefundenen Zahlen zu einem Resultate, welches mit den bisher festgestellten Thatsachen in besserem Einklang steht, als das durch Rechnung gewonnene Ergebnis. Vergleichen wir nämlich die zur Neutralisation des Caseïns erforderliche Menge Lauge mit den durch Titration erhaltenen Zahlen, welche nachstehend neben einander gestellt sind, so ergibt sich, dass die letzteren annähernd das Doppelte der ersteren sind.

	1	2	3	4	5
für Caseïn .	0,96	1,92	2,88	3,84	4,80 ccm
2 mal Caseïn	1,92	3,84	5,76	7,68	9,60 „
verbraucht .	2,35	4,35	6,10	8,00	10,95 „
Differenz . .	0,43	0,51	0,34	0,32	1,35 „

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dass das Doppelte der dem Caseïn zukommenden Acidität höchstens um 0,5 ccm von den gefundenen Zahlen abweicht, mit Ausnahme von Nr. 5, und es ist daher sehr wahrscheinlich, dass die zur Neutralisation des Caseïns erforderliche Menge Alkali gleich derjenigen ist, welche zur Neutralisation der an das Caseïn gebundenen Säure erforderlich ist, denn unter dieser Voraussetzung würden sich aus den durch Titration erhaltenen Zahlen für freie Säure Werthe ergeben, welche mit Ausnahme von Nr. 5 sich nicht wesentlich von den für reine Zuckerlösung gefundenen entfernen.

Um zur Beurtheilung dieser Frage ein grösseres Material zur Verfügung zu haben, wurden noch zwei Versuchsreihen angestellt, deren Ergebnis nebst dem des vorigen in der nachfolgenden Tabelle I (S. 34) zusammengestellt ist.

Abgesehen von Nr. 5 Versuch I und Nr. 6 Versuch II entfernen sich die in der letzten Reihe aufgeführten Zahlen für einen eventuellen Gehalt an freier Säure nicht wesentlich von den für reine Zuckerlösung gefundenen, und wenn man zudem die Schwierigkeit in Betracht zieht, mit welcher die erste Rothfärbung in einer trotz aller Vorsicht beim Erhitzen mehr oder weniger gelb gefärbten Lösung zu erkennen ist, so dürfte der Ueberschuss von etwa 0,4 ccm wohl noch als innerhalb der Fehlergrenze liegend betrachtet werden.

Man ist daher auf Grund der obigen Resultate wohl zu der Annahme berechtigt, dass die proponirten Werthe für an Caseïn gebundene Säure den thatsächlichen Verhältnissen entsprechen, und die freie Säure unter den obwaltenden Versuchsbedingungen gleich 0 ist, bzw. den für reine Zuckerlösung gefundenen Zahlen gleichkommt.

Dass das Caseïn hier nicht etwa als Nährstoff in Betracht kommt, ist aus der Tabelle leicht ersichtlich; denn vergleichen wir z. B. Nr. 2 und 3 in Versuch II, so zeigt sich, dass in dem letzteren Falle der procentische Caseïngehalt ein geringerer ist als in Nr. 2, Verhältnis 4 : 5. Trotzdem ist die gebildete Säuremenge in Nr. 3, entsprechend dem absoluten Caseïngehalt, grösser als in Nr. 2.

Es dürfte daher wohl auf Grund dieser Versuche die Thatsache als feststehend zu betrachten sein, dass das Caseïn befähigt ist, sich mit Milchsäure chemisch zu verbinden und zwar scheint die Menge der Säure äquivalent derjenigen Alkalimenge zu sein, welche zur Neutralisation des Caseïns selbst erforderlich ist.

Es hätte sich also in diesem Falle die Empfindlichkeit der Säure producirenden Bacterien gegen ihre eigenen Stoffwechselproducte als ein vorzüglicher Indicator zur Bestimmung derjenigen Säuremenge erwiesen, welche an einen auf die gebräuchlichen

chemischen Indicatoren an sich schon sauer reagirenden Körper gebunden ist.

Im Anschluss hieran möge es gestattet sein, noch einige Versuche anzuführen, welche eine wesentliche Stütze für die dem Säurebindungsvermögen des Caseïns zu Grunde gelegten Zahlen zu bieten scheinen.

Die Fähigkeit, sich mit Milchsäure zu einer auf alle chemischen Indicatoren sauer reagirenden Verbindung zu vereinigen, scheint nämlich nicht allein dem Caseïn, sondern auch dem Pepton, ja sogar dem Leim zuzukommen, wie aus den folgenden Versuchen hervorgeht, welche ursprünglich zu dem Zwecke angestellt waren, die Concentration der freien Säure zu bestimmen. Es wurde in einer vollständig eiweissfreien Bouillon die Phosphorsäure durch Eisenchlorid entfernt und erstere darauf mit einer 5%igen Milchzuckerlösung versetzt, sterilisirt und geimpft, 50 ccm dieser Lösung, welche vorher schwach alkalisch reagirte, zeigten nach 6 Tagen eine Acidität von:

8,15—7,95—7,80 ccm 1/10 N.-Natronlauge,

während dieselbe Lösung, mit 1% Pepton versetzt, nach derselben Zeit in 50 ccm ergab:

12,85—12,90—13,00—12,95—13,05 und 13,15 ccm 1/10 Normallauge.

Im ersteren Falle ergibt sich der Mittelwerth 7,97 ccm, im zweiten Falle 12,98, also eine Differenz von 5,01 ccm 1/10 Normallauge, welche offenbar nur dem Peptongehalt im letzteren Falle zugeschrieben werden kann, und da in den 50 ccm Lösung 0,5 g Pepton enthalten waren, so kämen auf 1 g des letzteren etwa 10 ccm 1/10 N.-Natronlauge, während zur Neutralisation der an 1 g Caseïn gebundenen Säure 9,35 ccm 1/10 N.-Natronlauge erforderlich waren.

Es würde also dieser Versuch lehren, dass das Pepton nicht allein die Säure bindende Kraft des Caseïns theilt, sondern auch die Menge der Säure für beide Körper annähernd die gleiche ist.

Aus dem ersteren der beiden Versuche aber, in welchem im Mittel 7,97 ccm verbraucht wurden, ergibt sich gegenüber einer ammonsalzhaltigen Zuckerlösung mit einem durchschnittlichen

Verbrauch von 2,25 ccm ein Ueberschuss von 5,72 ccm 1/10 Normallauge, was sich kaum anders erklären lässt, als durch die Annahme, dass auch die in der Bouillon enthaltene Leimsubstanz befähigt ist, mit Säuren chemische Verbindungen einzugehen.

Um auch hierüber Aufschluss zu erhalten, wurden 3,3574 g feinste Gelatine, deren Aschengehalt 0,634 % betrug, d. h. also 3,3361 g reine Gelatine gelöst und neutralisirt und alsdann auf 500 ccm aufgefüllt. Von dieser Lösung erhielten 5 Kölbchen resp. 10—20—30—40—50 ccm nebst 50 ccm einer 5%igen Zuckerlösung. Darauf wurde sterilisirt und geimpft.

Nach 6 Tagen wurde titrirt und es ergab sich:

	1	2	3	4	5
Leimlösung	10	20	30	40	50 ccm
verbrauchte ccm 1/10 N.	0,65	1,35	1,95	2,65	3,25
Volum	60	70	80	90	100 ccm

Man sieht aus diesen Zahlen, dass die Menge der gebildeten Säure in keinem Verhältnis steht zum Volum, wohl aber zu der absoluten Menge der angewandten Gelatine und zwar ist die Uebereinstimmung in diesem Falle eine fast absolut genaue, denn berechnet man die durch Titration gefundenen Zahlen auf 10 ccm Leimlösung, so erhalten wir die Zahlen:

0,65—0,675—0,650—0,662—0,650

grösste Differenz 0,025 ccm 1/10 Normallauge.

Wir hätten also im Mittel 0,6574 ccm 1/10 Normallauge zur Neutralisation der Milchsäuremenge, welche an 0,066722 g Leim gebunden ist, oder auf 1 g Gelatine 9,85 ccm 1/10 Normallauge. Eigenthümlicherweise ist diese Zahl wiederum fast die gleiche wie die für Caseïn und Pepton gefundene. Zugleich aber würde sich aus diesem Versuche ergeben, dass die Milchsäurebildung bei alleiniger Anwesenheit von Leim als stickstoffhaltiges Nährmaterial nur so weit geht, als zur Bindung des letzteren erforderlich ist. Dasselbe, was wir auf Grund früherer Versuche für das Caseïn anzunehmen genöthigt waren. Als Grund dafür hätte man allerdings annehmen können, dass das Caseïn nach erfolgter

Fällung als unlöslicher Körper kein geeignetes Nährmaterial für Spaltpilze sei, dagegen zeigt sich hier dieselbe Erscheinung für einen in Lösung befindlichen Körper, weshalb diese Annahme kaum aufrecht zu erhalten ist. Ein anderer Grund für den Stillstand in der Entwickelung wäre der, dass durch den Verbrauch von Stickstoff diese Substanzen ihres Charakters als Basis verlustig gingen und dadurch ein Freiwerden der bereits gebildeten Säure erfolgte. Allein dem steht wieder die Thatsache entgegen, dass bei Gegenwart von Ammonsalzen, für welche eben dasselbe gelten würde, das Wachsthum so lange fortschreitet, bis die Concentration an freier Säure einen bestimmten Grad erreicht hat. Es bleibt daher kaum eine andere Annahme übrig, als dass die erwähnten Körper durch ihre Verbindung mit Säuren chemisch so verändert sind, dass sie kein Nährmaterial mehr für den in Betracht kommenden Mikroorganismus abgeben.

Nach alledem ist nun auch erklärlich, dass das Pepton, wie Hueppe angibt, die beste Stickstoffquelle für das Milchsäureferment sein soll, denn dieselben Unterschiede, welche sich zwischen gelösten und ungelösten anorganischen Neutralisationsmitteln ergeben, werden auch für die Eiweissstoffe zutreffend und demgemäss das gelöste Pepton der Säure leichter zugänglich sein, als unlösliche Eiweisskörper oder auch das im gequollenen Zustande befindliche Caseïn. Ebenso erklärlich ist es, dass das Ammoniaksalz der zweibasischen Weinsäure in seinem Nährwerth dem Pepton sehr nahe kommen soll.

V. Milchsäuregärung in der Milch.

Kehren wir nunmehr zu der Frage zurück, welches die Ursachen für die erhöhte Milchsäureproduction in der Milch sind, so ergibt sich aus dem bisher Gesagten, dass es im Wesentlichen die in der Milch enthaltenen Phosphate und die Eiweissstoffe sind, welche durch Abgabe ihres Alkalis oder auch direct als Neutralisationsmittel für die gebildete Milchsäure dienen und dadurch die hemmende Wirkung der letzteren auf das Wachsthum der Bacterien aufheben.

Nehmen wir nun durchschnittlich 0,2 % P_2O_5 in der Milch an und setzen mit Söldner[1]) der Einfachheit halber voraus, dass diese Menge durchschnittlich im zweibasischen[2]) Zustande vorhanden ist, was den thatsächlichen Verhältnissen sehr nahe kommen dürfte, so würden beim Uebergange aus dem zweibasischen in den einbasischen Zustand 0,1127 g NaOH zur Neutralisation der Milchsäure abgegeben werden, entsprechend einem Gehalt von 0,2536 g Milchsäure. Setzen wir ferner in der Milch einen Durchschnittsgehalt von 2,5% Caseïn, welches nach Söldner[1]) in Form der niederen Kalkverbindung vorhanden sein soll, die nach dem früher Gesagten als zweibasische bezeichnet werden mag, so würde hiervon eine Kalkmenge abgegeben werden, entsprechend 15,58 ccm $^1/_{10}$ Normallauge, während die an das Caseïn gebundene Säure 23,38 ccm $^1/_{10}$ Normallauge entspricht. Wir hätten also: $23,38 + 15,58 = 38,96$ ccm $^1/_{10}$ Normallauge, welche zur Neutralisation von 0,351 g Milchsäure verfügbar ist. Dazu kommt für das Alkali der Phosphate 0,2536 g Milchsäure, zusammen also in 100 g Milch 0,6046 g Milchsäure.

Wollte man nun die für das Caseïn, Pepton etc. gefundenen Eigenschaften verallgemeinern und annehmen, dass auch die übrigen Eiweisskörper der Milch befähigt seien, mit Säuren chemische Verbindungen einzugehen, so würde sich die obige Zahl noch um ein Geringes vergrössern und der von Hueppe[3])

1) a. a. O.

2) Söldner weist in der eben bezeichneten Abhandlung auf Grund seiner Milchaschenanalysen nach, dass trotz des saueren Charakters des Caseïns das Verhältnis zwischen Basen und Säuren eine stark alkalische Reaction der Milch bedingen müsse und schliesst aus der in Wirklichkeit vorhandenen amphoteren Reaction derselben auf die Gegenwart einer organischen Säure. Als solche nimmt derselbe die von Henkel (Münch. Med. Wochenschrift 1888 Nr. 19) in der Milch nachgewiesene Citronensäure an und berechnet dieselbe aus der Acidität der frischen Milch zu 2,5 g per Liter. Wenn nun auch neuerdings von Henkel (Landw. Versuchsstat. 1891, Bd. 39, S. 143) die Menge derselben nur zu rund 1,5 g per Liter festgestellt worden ist, so würde daraus folgen, dass in der Milch noch eine andere Säure enthalten sein muss, und zwar im Liter eine solche Menge, welche 1 g Citronensäure äquivalent ist. Auf unsere obige Annahme würde dieses aber keinerlei Einfluss ausüben.

3) a. a. O.

angegebenen Zahl 0,8% noch näher kommen, welche man alsdann, wie es von dem letzteren geschehen ist, als freie Säure auffassen könnte, wenn man die Acidität durch Titration bestimmt ohne Berücksichtigung der Thatsache, dass dieselbe durch zweifach sauere Phosphate und das Caseïn, bezw. durch die an das letztere gebundene Säure bedingt ist. Was es übrigens mit der von Hueppe angegebenen Zahl 0,8% für eine Bewandtnis hat, geht aus dem bisher Gesagten klar hervor.

Denn bestimmt man den Säuregrad der saueren Milch durch Titration unter Anwendung von Phenolphtaleïn als Indicator, so titrirt man erstens das Caseïn und die an das letztere gebundene Säure, wozu bei einem Durchschnittsgehalt von 2,5% Caseïn $2 \times 23{,}38 = 46.76$ ccm $^1/_{10}$ Normallauge auf 100 g Milch erforderlich sind, sodann aber auch die Phosphate, welche in sauerer Milch als einbasische Salze vorhanden sind. Setzt man wie oben den durchschnittlichen Gehalt an P_2O_5 gleich 0,2%, so würden zur Ueberführung dieser aus dem einbasischen in den zweibasischen Zustand 28,17 ccm $^1/_{10}$ Normallauge erforderlich sein. Nun aber sind in der Milch durchschnittlich 0,15% CaO enthalten, wodurch bei der Neutralisation 0,127% P_2O_5 als dreibasisch phosphorsauerer Kalk gefällt werden. Dieses aber bedingt einen weiteren Verbrauch von 17,9 ccm $^1/_{10}$ Normallauge. Wir würden also im Ganzen nöthig haben $46{,}76 + 28{,}17 + 17{,}9 = 92{,}83$ ccm $^1/_{10}$ Natronlauge. Berechnet man aber diese auf Milchsäure, so hat man die von Hueppe gegebene Zahl (0,835%).

Dass die so gewonnenen Resultate aber den thatsächlichen Verhältnissen entsprechen, wird sich noch weiter unten zeigen.

Ferner machte Richet[1]) zuerst die Beobachtung, dass die Menge der gebildeten Milchsäure verschieden ist, je nachdem die Milch bei höherer oder unterhalb ihrer Zersetzungs-Temperatur sterilisirt wurde und Hueppe, welcher dieses bestätigt fand, gibt an, dass im letzteren Falle bis zu 0,3% Milchsäure mehr gebildet werden kann. Der Grund hierfür soll aber darin liegen, dass das beim Sieden gefällte Albumin als Nährmaterial verloren ist. Diese Annahme, dass ein grösserer Gehalt an Eiweissstoffen

1) a. a. O.

nur als günstigeres Nährmaterial auf die Entwickelung und Säurebildung von Einfluss sei, scheint demnach wohl eine allgemein verbreitete zu sein. Dagegen geht aus unseren Versuchen hervor, dass die günstigere Wirkung der grösseren Menge dieser Stoffe nur in ihrer Fähigkeit besteht, die gebildete Säure chemisch zu binden.

Sollte also das beim Erhitzen unlöslich gewordene Albumin diese Fähigkeit verloren haben, so könnten, da der durchschnittliche Gehalt an diesem Körper 0,6% beträgt, hierdurch etwa 0,05% Milchsäure weniger gebildet werden, nicht aber 0,3% und es folgt daraus, dass die Fällung des Albumins wohl nicht gut der Grund für die geringere Säurebildung in gekochter Milch sein kann.

Wenn diese Beobachtung dennoch, wie nach den Angaben Hueppe's nicht zu bezweifeln ist, ihre Richtigkeit hat, so könnte der Grund dafür viel eher in der Anwesenheit der Calciumphosphate zu suchen sein, denn es ist bekannt, dass in einer kalkhaltigen Phosphatlösung beim Sieden Tricalciumphosphat gefällt wird, welches sich beim Erkalten nicht wieder löst, und auch bei der Milchsäuregärung nur äusserst schwer angegriffen wird. Setzen wir nun in der Milch durchschnittlich 0,15% CaO und nehmen an, dass diese wegen der gleichzeitigen Anwesenheit einer genügenden Menge P_2O_5 als Tricalciumphosphat gefällt werden, so würden dadurch $^2/_3 \times 0{,}15$ g $= 0{,}1$ g CaO für die spätere Neutralisation einer äquivalenten Menge Milchsäure verloren gehen. Diese 0,1 g CaO entsprechen aber 0,321 g Milchsäure (also fast genau so viel, als Hueppe angibt), welche daher unter der obigen Annahme in bei Siedetemperatur sterilisirter Milch weniger gebildet werden könnten.

Nachdem so die Gründe für die Menge der gebildeten Säure festgestellt sind, handelt es sich weiter um die Frage, ob dieselben auch auf die Gerinnungsdauer der Milch unter sonst gleichen Umständen von Einfluss sind, denn dass die Entwickelungsfähigkeit und damit die Säureproduction der Mikroorganismen eine um so beschleunigtere ist, je mehr sich die Temperatur dem Optimum nähert, steht ausser allem Zweifel.

Um über diese Frage zu entscheiden, ist es zuerst nöthig, die Wirkung der einbasischen Phosphate auf gelöstes Caseïn festzustellen.

Die schon von Hammarsten[1]) gemachte Beobachtung, dass dem Caseïn die Fähigkeit zukommt, neutrales Calciumphosphat zu lösen, kann nach der chemischen Natur des ersteren kaum anders gedeutet werden, als durch die Annahme, dass das Caseïn dem Phosphat einen Theil seines Kalks entzieht, wodurch beide Körper in lösliche Verbindungen übergeführt werden. Hieraus aber würde sich ergeben, dass die Affinität des Caseïns zum Kalk wenigstens bei normaler Temperatur eine grössere ist als die der einbasischen Phosphate, oder aber, was auf das Gleiche hinauskommt, dass bei der Säurebildung erst die Phosphate in einbasische Salze übergeführt werden müssten, bevor das Caseïn seines Alkalis beraubt und eine Fällung desselben bewirkt würde.

Diese Annahme findet innerhalb gewisser Grenzen durch den nachfolgenden Versuch ihre Bestätigung.

Je 50 ccm Milch wurden mit wechselnden Mengen einer reinen Mononatriumphosphatlösung versetzt und geprüft, ob eine Gerinnung und event. bei welcher Concentration dieselbe stattfindet.

Es ergab sich, dass ein Zusatz von 0,507% Salz, bezogen auf 100 ccm Milch, ausschliesslich der schon in der Milch vorhandenen Phosphate keine Fällung des Caseïns bewirkte, während bei einem Zusatz von 0.581% das Caseïn nach etwa ½ stündigem Stehen bei normaler Temperatur gelatinös gefällt wurde. Bei einem Zusatz von 0,374% aber bildete sich schon beim Kochen ein Bodensatz.

Dieses Resultat ist vom chemischen Standpunkte aus leicht begreiflich, da sich zwischen mehreren in Lösung befindlichen Salzen stets ein gewisser Gleichgewichtszustand herstellen und daher auch in diesem Falle bei genügendem Ueberschuss des einbasischen Salzes ein Theil des letzteren auf Kosten des Alkalis

1) Jahresbericht f. Thierchemie 1874, S. 135.

des Caseïns in zweibasisches übergeben wird. Ebenso verständlich aber ist es, dass beim Erhitzen die Affinität der Phosphorsäure zum Alkali grösser als diejenige des Caseïns sein, und erstere dem letzteren daher sein alkalisches Lösungsmittel entziehen kann.

Nun aber entspricht der Werth 0,507% Mononatriumphosphat, bei welchem noch keine Gerinnung bei normaler Temperatur eintrat, einem Gehalt von 0,2999% P_2O_5, während in der Milch nur gegen 0,2% P_2O_5 enthalten sind, und es geht daraus hervor, dass bei mittlerer Temperatur die Säurebildung erst so weit gehen wird, bis alles Phosphat in einbasisches Salz verwandelt ist. Die 0,374 g Mononatriumphosphat aber in 100 ccm Milch, bei welcher sich noch keine Gerinnung, wohl aber ein geringer Bodensatz beim Kochen bemerkbar machte, entspricht einem Gehalt von 0,2212 g P_2O_5, welcher ebenfalls noch um ein Geringes höher ist als der Gehalt an Phosphorsäure in der Milch, und es folgt also daraus, dass, von besonderen Fällen abgesehen, in denen der Gehalt an P_2O_5 ein besonders hoher ist, die Milch auch beim Kochen nicht eher gerinnen wird, als bis die obige Bedingung erfüllt ist, und dass mithin die Gerinnungsdauer der Milch unter sonst gleichen Umständen abhängig sein muss von der Menge der mehrbasischen Phosphate oder richtiger gesagt, von derjenigen Menge Alkali, welche beim Uebergange der mehrbasischen Phosphate in ein basisches Salz zur Neutralisation der gebildeten Milchsäure frei wird.

Diese Annahme wird durch eine Reihe von Versuchen bestätigt, welche ich im Winter 1889/90 auf Anregung des Herrn Prof. Dr. W. Kirchner im Laboratorium des landwirthschaftlichen Institutes zu Göttingen ursprünglich zu dem Zwecke angestellt habe, um auf chemischem Wege eine Abhängigkeit der Gerinnungsdauer von der Menge der einzelnen Milchbestandtheile zu finden.

Die zu den Versuchen benutzte Milch stammte von einer im genannten Institut gehaltenen Simmenthaler Kuh, welche bei Beginn des Versuches erkrankt war, so dass man von vornherein annehmen durfte, es würden sich im Laufe der Untersuchungen

grössere Unterschiede in der Zusammensetzung der Milch zeigen. Die Versuche wurden desshalb so lange fortgesetzt, bis der Gesundheitszustand des Thieres, sowie auch die Milch, wieder normal beschaffen war.

In der nachfolgenden Tabelle II (S. 33) ist der Procentgehalt an Fett, Proteïn, Zucker und Asche aufgeführt, aus welchen, wie vorauszusehen, zwar keine Abhängigkeit zur Gerinnungsdauer ersichtlich ist, die indessen der Vollständigkeit halber hier Platz finden mögen.

Tabelle III (S. 34) gibt den Procentgehalt an P_2O_5, CaO und Caseïn, welch' letzterer aus der Differenz zwischen dem direct bestimmten Proteïn und einem mittleren Gehalt von 0,45 % Albumin berechnet ist. Der hierdurch entstandene Fehler übersteigt nicht 0,1 % und da zur vollständigen Neutralisation von 0,1 g Caseïn nur 0,3 ccm $^1/_{10}$ Natronlauge erforderlich sind, so konnte wohl unbedenklich dieses Verfahren angewandt werden.

Ferner gibt Reihe 11 der Tabelle III die Acidität von 100 g frischer Milch und aus diesen Daten kann die erwähnte Alkalimenge, welche zur Neutralisation der Milchsäure zur Verfügung steht, leicht abgeleitet werden.

Sind die sämmtlichen Phosphate in saurer Milch als einbasische Salze vorhanden, so wird, da eine dem Kalkgehalt entsprechende Menge Phosphorsäure bei der Neutralisation als dreibasisches Salz gefällt wird, die Gesammt-Phosphorsäure in zwei Theile zu zerlegen sein, welche in Reihe 6 und 7 aufgeführt sind, und zwar bezeichnen die in Reihe 6 aufgeführten Zahlen diejenige Menge P_2O_5, welche bei der Neutralisation als dreibasisches Salz gefällt wird. Die Differenz aus dieser und der praeexistirenden Gesammtphosphorsäure, welche in Reihe 7 steht, wird bei der Titration dagegen nur aus dem einbasischen in den zweibasischen Zustand übergehen.

Dem Uebergange aus dem einbasischen in den dreibasischen Zustand entspricht eine Menge Natronlauge, welche, ausgedrückt in ccm $^1/_{10}$ Normallösung, in Reihe 8 steht, während die zur Ueberführung des Restes der Phosphorsäure aus dem einbasischen

in den zweibasischen Zustand erforderliche Menge Natronlauge in Reihe 9 steht.

Die Summe aus 8 und 9, welche in Reihe 10 aufgeführt ist, bezeichnet also diejenige Menge Natronlauge in ccm 1/10 Normal-lösung, welche bei der Titration der Gesammtphosphate bei Anwendung von Phenolphtaleïn als Indicator verbraucht werden würde.

Hat man nunmehr die Acidität der frischen Milch bestimmt, welche in der Tabelle in Reihe 11 aufgeführt ist, so hat man zu beachten, dass diese aus zwei Theilen besteht. Setzt man nämlich voraus, dass, wie Söldner behauptet, das Caseïn als zweibasische Verbindung vorhanden ist, so entspricht dem in Reihe 3 stehenden Caseïn eine Restacidität, welche in Reihe 12 aufgeführt ist. Die Differenz aber aus dieser und der Acidität der frischen Milch entspricht derjenigen Menge Alkali, welche zur Neutralisation der in der frischen Milch enthaltenen Phosphate nöthig ist, diese Zahlen stehen Reihe 13.

Wir haben also in Reihe 10 die zur Neutralisation der einbasischen Phosphate erforderliche Alkalimenge, in Reihe 13 aber diejenige Menge, welche zur Neutralisation der in der frischen Milch enthaltenen Verbindungsstufen erforderlich ist, und die Differenz aus diesen Zahlen, welche in Reihe 14 steht, ist also diejenige Menge Alkali, welche die Phosphate der Milch zur Neutralisation der gebildeten Milchsäure abgeben.

Unter der Voraussetzung der Richtigkeit unserer Annahme muss nun von diesen Zahlen die in Reihe 15 aufgeführte Gerinnungsdauer der Milch abhängig sein.

Dass diese Abhängigkeit allerdings keine in mathematische Formeln zu bringende sein würde, war wohl nach der ganzen Anlage des Versuches vorauszusehen, denn wenn es auch gleichgültig ist, ob die Acidität der Milch sich in dem angegebenen Verhältnisse auf Caseïn und Phosphate vertheilt, so sind doch eine ganze Anzahl anderer Factoren vorhanden, welche einen Fehler bedingen können.

Erstens konnte nicht mit steriler und darauf geimpfter Milch gearbeitet werden, weil die ganze Anlage dieses Versuches ja von vornherein nicht auf bacteriologischen Grundlagen beruhte, und es ist daher zu beachten, dass man es in allen Fällen mit

der Thätigkeit eines Bacteriengemisches zu thun hatte, in welchem nicht allein das Verhältnis der Arten unter sich, sondern auch die Menge der Gesammtheit von Anfang an verschieden war, sodann konnte die Temperatur nicht constant erhalten werden, sondern schwankte zwischen 18° C. Nachts und 22° C. bei Tage und endlich konnte bei den Proben, bei welchen die Gerinnung während der Nacht eingetreten war, der Zeitpunkt hierfür nicht genau festgestellt werden.

Die Zeit, nach welcher die Gerinnung erfolgte, wurde in der Weise ermittelt, dass zehn Proben der gut durchmischten Milch zu je 50 ccm in gleich grossen Gefässen und unter den gleichen äusseren Bedingungen sich selbst überlassen wurden. Nach Ablauf von zwölf Stunden wurde dann in Zwischenräumen von je zwei Stunden eine Probe gekocht und die Zeit notirt, bei welcher Gerinnung beim Kochen eintrat.

Trotz der oben erwähnten Uebelstände zeigt sich nun in fast allen Fällen, wo die genaue Zeitbestimmung möglich war, eine unverkennbare Abhängigkeit der Gerinnungsdauer von den in Reihe 14 aufgeführten Zahlen.

So in Nr. 1 und 2, während Nr. 3 gegen 1 zwar einen etwas zu hohen Werth gibt, zu Nr. 2 aber wieder in dem richtigen Verhältnis steht, ebenso wie zu Nr. 4 und 5. In Nr. 6 und 7 ist die Abhängigkeit ebenfalls erkennbar, während Nr. 8 im Verhältnis zu Nr. 7 zwar eine dem geringeren verfügbaren Alkaligehalt entsprechende Gerinnungsdauer angibt, zu Nr. 6 aber in keinem Verhältnis steht. Dasselbe gilt von Nr. 9 und 10, während Nr. 11 wieder zu den vorhergehenden im richtigen Verhältnis steht u. s. f. Eine bedeutendere Abweichung zeigen nur Nr. 5, wo die Gerinnung schon nach weniger als 15 Stunden und Nr. 21, wo bei dem niedrigsten verfügbaren Alkaligehalt die Gerinnung erst nach 24 Stunden eintrat.

Wenn so schon an diesen Versuchen die erwähnte Abhängigkeit erkennbar ist, so ist wohl anzunehmen, dass dieselbe für eine bestimmte Bacterienart und bei constanter Temperatur gänzlich zutreffend sein wird.

Wir waren oben ganz unabhängig von den Beobachtungen, welche über den Säuregehalt einer spontan geronnenen Milch

vorliegen, zu dem Resultat gekommen, dass derselbe durchschnittlich bei mittlerem Caseïn und Phosphatgehalt 0,6 % betragen müsse und hatten zugleich gezeigt, dass, wenn man den Säuregrad durch Titration bestimmt und diese Gesammtacidität als Milchsäure auffassen wollte, annähernd die Zahl 0,8 % erhalten werden muss. Dass dieses thatsächlich der Fall ist, konnte an den letzteren Versuchen genügend constatirt werden.

Es wurde nämlich in allen Proben, welche während der Nacht in der Kälte geronnen waren, der Säuregrad bestimmt, welcher alsdann zwischen 88,8 und 93,2 ccm 1/10 Normal schwankte. Die grösste Zahl 93,2, welche sich nach 50 Stunden bei Nr. 26 ergab, entspricht einem Milchsäuregehalt von 0,84 g, allein es ist zu beachten, dass die Anfangsacidität in dieser Probe 25,2 ccm 1/10 Normal betrug und also nur die Zunahme von 68 ccm 1/10 Normal der gebildeten Milchsäure entsprechen kann. Diese letztere Zahl 68 ccm 1/10 Normal ist aber gleich 0,612 g Milchsäure, also fast genau gleich der durch unsere obigen Versuche festgestellten Zahl 0,605 g. Differenz 0,007 %.

Die geringste der gefundenen Zahlen 88,8 ccm aber, welche sich bei Nr. 25 ergab, zeigt unter Berücksichtigung der Anfangsacidität 25,2, eine Zunahme von 63,6 ccm 1/10 Normal oder 0,572 g Milchsäure (Differenz 0,033 %).

Dieses Resultat würde also eine weitere Bestätigung für unsere früher gefundenen Ergebnisse sein, und es fragt sich nur, ob der nach 48 Stunden in saurer Milch gefundene Säuregrad auch wirklich dem Maximum entspricht.

Um dieses festzustellen, wurden von einer möglichst frischen gut durchmischten Milch, welche in 100 ccm eine Anfangsacidität von 23,85 ccm 1/10 Normal zeigte, fünf Proben zu je 50 ccm entnommen, die Kölbchen sofort mit Wattepfröpfen verschlossen und im Thermostaten bei 28° C. aufbewahrt.

Es ergab sich:

	1	2	3	4	5
ccm 1/10 Normallauge auf 100 ccm Milch .	76,00	80,65	93,35	92,90	84,90
nach Stunden . . .	22	24	29	46	70

Das Maximum in Nr. 3 nach 29 Stunden mit 93,35 ccm $^1/_{10}$ Normal zeigt gegen die Anfangsacidität 23,85 ccm $^1/_{10}$ Normal eine Zunahme von 69,50 ccm $^1/_{10}$ Normal, also einen Gehalt an Milchsäure von 0,6255 g in 100 ccm Milch.

Die Erscheinung, dass in Nr. 4 und weiterhin in Nr. 5 wieder ein Rückgang des Säuregrades bemerkbar wird, lässt sich wohl dahin erklären, dass zu Anfang des Versuchs die Lebensbedingungen für das Milchsäureferment die geeignetsten waren und dieses daher sich ungehindert entwickeln konnte. Nachdem aber die sämmtlichen Phosphate in zweifach sauere Salze und das Caseïn in seine Milchsäureverbindung verwandelt waren, wirkte der geringste Ueberschuss an freier Säure schon auf diese Mikroorganismen so entwickelungshemmend, dass nunmehr die gegen Säuren weniger empfindlichen Arten frei zur Entwickelung gelangen konnten und entweder durch Bildung alkalischer Stoffwechselproducte oder auch durch Zersetzung der bereits gebildeten saueren Producte in neutrale Verbindungen einen Rückgang des Säuregrades bewirkten.

Zusammenstellung der Ergebnisse.

Fassen wir nun die Resultate der obigen Arbeit zusammen, so ergibt sich Folgendes:

Das Milchsäureferment Bacillus acidi lactici, Hueppe, ist wie vorauszusehen war, nicht befähigt in reiner Milchzuckerlösung seine säurebildenden Functionen auszuüben, es erlangt aber diese Fähigkeit schon bei einem Zusatz von Ammonsalzen, und zwar geht die Säurebildung in solchen Lösungen bis zu einem Gehalt von etwa 0,04% Milchsäure.

Sind dagegen zugleich neutralisirende Substanzen zugegen, so geht die Milchsäurebildung weiter, bis das betreffende Neutralisationsmittel erschöpft und ein geringer Gehalt an freier Säure erreicht ist.

Als solche neutralisirende Substanzen kommen in der Milch in Betracht die mehrbasischen Phosphate und das Caseïn, welch letzteres mit Milchsäure eine chemische Verbindung eingeht, und zwar kommen auf 100 Theile Caseïn 8,415 Theile Milchsäure.

Ausser dem Caseïn sind übrigens auch das Pepton und der Leim befähigt, mit Milchsäure chemische Verbindungen und zwar annähernd in demselben Verhältnisse einzugehen.

In Uebereinstimmung aller dieser Thatsachen geht die Milchsäurebildung in der Milch nur bis zu einem dem Phosphat und Caseïngehalt entsprechenden Gehalt von rund 0,6% Milchsäure.

Das Caseïn, welches in Verbindung mit Alkali in der Milch enthalten ist, hat zu demselben eine grössere Affinität als die zweifach saueren Phosphate bei mittlerer Temperatur, und in Folge dessen ist die Gerinnungsdauer der Milch unter den gleichen äusseren Bedingungen abhängig von derjenigen Alkalimenge, welche die Phosphate beim Uebergang in das einbasische Salz abgeben.

Das Maximum des Säuregehaltes in der Milch ist bei mittlerer Temperatur schon nach etwa 50 Stunden erreicht.

Tabelle I.

Versuch I.

5,1380 g Caseïn auf 250 ccm. 5 ccm Lösung = 0,10276 g Caseïn.

Nr.	Caseïn- 5% Lösung	Zucker- 5% Lösung	Volum	Cubikcentimeter 1/10 Normal-Natronlauge für Casein	für Säure	Summe	gefunden	Differenz
	ccm							
1	5	30	35	0,96	0,96	1,92	2,35	0,43
2	10	30	40	1,92	1,92	3,84	4,35	0,51
3	15	30	45	2,88	2,88	5,76	6,10	0,34
4	20	30	50	3,84	3,84	7,68	8,00	0,32
5	25	30	55	4,80	4,80	9,60	10,95	1,35

Versuch II.

5,7874 g Caseïn auf 250 ccm. 5 ccm Lösung = 0,11575 g Caseïn.

1	5	30	35	1,09	1,09	2,18	2,75	0,57
2	10	30	40	2,18	2,18	4,36	4,80	0,44
	15	60	75	3,27	3,27	6,54	7,05	0,51
4	20	30	50	4,36	4,36	8,72	8,90	0,18
5	30	30	60	6,54	6,54	13,08	13,25	0,17
6	40	30	70	8,78	8,78	17,56	20,25	2,69
7	50	40	90	10,90	10,90	21,80	21,75	—0,05
8	60	50	110	13,10	13,10	26,20	26,00	—0,20

Versuch III.

5,3811 g Caseïn auf 300 ccm. 10 ccm Lösung = 0,17937 g Caseïn.

Nr.	Caseïn	Zucker	Volum	Cubiccentimeter ¹/₁₀ Normal-Natronlauge				
	Lösung			für Caseïn	für Säure	Summe	gefunden	Differenz
1	10	50	60	1,69	1,69	3,38	3,95	0,57
2	20	50	70	3,38	3,38	6,76	7,15	0,39
3	30	50	80	5,07	5,07	10,14	10,70	0,56
4	40	50	90	6,76	6,76	13,52	14,30	0,78
5	50	50	100	8,45	8,45	16,90	17,40	0,50
6	60	50	110	10,14	10,14	20,28	20,40	0,12

Tabelle II.

Milch der Simmenthaler Kuh.

Nr.	Datum	Morgen- / Abend- Milch	Spec. G.	Fett	Proteïn	Zucker	Asche	Trockens.
1	31. Octob.	Morgen	1,0272	6,882	3,563	4,215	0,656	15.316
2	31. »	Abend	1,0284	5,400	3,288	4,358	0,668	13,714
3	1. Novb.	Morgen	1,0296	4,200	3,232	4,460	0,704	12,596
4	2. »	Morgen	1,0293	3,560	3,345	4,527	0,673	12,105
5	2. »	Abend	1,0298	4,020	3,549	4,281	0,720	12,570
6	3. »	Morgen	1,0328	3,150	3,821	4,754	0,734	12,459
7	3. »	Abend	1,0317	3,640	3,581	4,537	0,737	12,495
8	4. »	Morgen	1,0313	3,650	3,646	4,790	0,737	12,823
9	4. »	Abend	1,0315	3,920	3,576	4,584	0,774	12,854
10	5. »	Morgen	1,0317	3,290	3,624	4,642	0,786	12,342
11	5. »	Abend	1,0320	3,720	3,505	4,368	0,733	12,326
12	6. »	Morgen	1,0304	3,520	3,462	4,541	0,698	12,221
13	6. »	Abend	1,0308	3,880	3,325	4,295	0,716	12,216
14	7 »	Morgen	1,0295	4,150	3,200	4,663	0,763	12,776
15	7. »	Abend	1,0306	3,950	3,300	4,856	0,676	12,782
16	8. »	Morgen	1,0305	3,690	3,237	4,961	0,723	12,611
17	8. »	Abend	1,0311	3,470	3,302	4,845	0,674	12,291
18	9. »	Morgen	1,0300	3,690	3,343	4,728	0,659	12,420
19	9. »	Abend	1,0311	3,730	3,331	4,796	0,662	12,519
20	10. »	Morgen	1,0303	3,800	3,193	4.749	0.784	12,526
21	10. »	Abend	1,0310	4,180	3,191	4,445	0,682	12,498
22	11. »	Morgen	1,0310	3,720	3,349	4,627	0,740	12,436
23	11. »	Abend	1.0317	4,090	3,455	4,776	0,624	12,945
24	14. »	Morgen	1,0313	3,600	3,494	4,945	0,678	12,717
25	14. »	Abend	1,0323	3,760	3,474	5,058	0,689	12,981
26	18. »	Morgen	1,0314	3,200	3,478	4,637	0,724	12,039
27	18. »	Abend	1.0318	3,280	3,419	4,789	0,661	12,149

Tabelle III.
Milch der Simmenthaler Kuh.

Nr.	in 100 g Milch			P_2O_5 für P des Caseïns	P_2O_5 präexistirend	P_2O_5 gefällt als dreibasisches Kalksalz	P_2O_5 als lösliches zweibasisches Phosphat	erforderlich ccm $^1/_{10}$ N.-Natronlange		ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge zur Neutralisation der Gesammtphosphate	Acidität der frischen Milch in ccm $^1/_{10}$ N.-Lauge 100 g Milch	Acidität des Caseïns in 100 g Milch	Differenz zur Neutral. der in 100 g frischer Milch enthalt. Phosphate	ccm $^1/_{10}$ N.-Lauge verfügbar zur Neutral. der gebildeten Milchsäure	geronnen nach Stunden
	P_2O_5	CaO	Caseïn					zur Ueberführ. der einbas. in dreibas. Phosphate	zur Ueberführ. der einbas. in zweibas Phosphate						
1	0,1662	0,1539	3,113	0,0607	0,1055	0,1055	0,0000	29,72	0,00	29,72	18,0	9,70	8.3	21,42	32
2	0,1874	0,1409	2.838	0,0553	0,1321	0,1191	0,0130	38,55	1,83	35,38	25,2	8,80	16,4	18,98	26
3	0,1987	0,1436	2,782	0,0542	0,1445	0,1214	0,0231	34,19	3,25	37,44	25,3	8,60	16,7	20,74	34
4	0,2019	0,1367	2,895	0,0565	0,1454	0,1155	0,0290	32.54	4.21	36,75	25,2	9,00	16,2	20,55	28
5	0,2072	0,1482	3,099	0,0604	0,1468	0,1253	0,0215	35,30	3,03	38,33	29,4	9,60	19,8	18,53	15 (Nacht)
6	0,2217	0,1612	3.371	0,0657	0,1560	0,1363	0,0197	38,40	2,78	41.18	25,2	10,50	14,7	26,48	36
7	0,2194	0,1673	3,131	0,0611	0,1583	0,1414	0,0169	39,83	2,38	42,21	21,6	9,70	11,9	30,31	38
8	0,2154	0,1734	3,196	0,0623	0,1531	0,1466	0,0065	41,30	0,92	42,22	22,4	9,90	12,5	29,72	34
9	0,2265	0,1707	3,126	0,0610	0,1655	0,1443	0,0212	40,65	2,98	43,63	23,5	9,70	13,7	29,93	23
10	0,2076	0,1655	3.174	0,0619	0,1457	0,1399	0,0068	39,41	0,96	40,37	23,4	9,80	13,6	26,77	27
11	0,1899	0,1576	3,055	0,0596	0,1303	0,1303	0,0000	36,70	0,00	36,70	23,8	9,50	14,3	22,40	26
12	0,1854	0,1361	3,012	0,0587	0,1267	0,1150	0,0117	32,40	1,65	34,05	23,9	9,30	14,5	19,55	32
13	0,1928	0,1511	2,875	0,0561	0,1367	0,1277	0,0090	35,97	1,27	37,24	21,6	8,90	12,7	24.54	40 (Nacht)
14	0,2069	0,1668	2,750	0,0536	0,1533	0,1410	0,0123	39,72	1.73	41,45	22,6	8,50	14,1	27.35	26
15	0,1868	0,1470	2,850	0,0556	0,1312	0,1242	0,0070	34,99	0,99	35,98	27,0	8,80	18,2	17,78	40 (Nacht)
16	0,2005	0,1459	2,787	0,0543	0,1462	0,1233	0,0229	34,73	3,22	37,95	24,8	8,60	16,2	21,75	31
17	0,1802	0,1376	2,852	0,0556	0,1246	0,1163	0,0083	32,76	1.17	33,93	22,4	8,80	13,6	20,33	22
18	0,1708	0,1373	2,898	0,0564	0,1144	0,1144	0,0000	32,22	0,00	32,22	22,6	9,00	12,6	19,62	29
19	0,1759	0,1376	2,881	0,0562	0,1197	0 1163	0,0034	32,76	0,48	33,24	22,4	8,90	13,5	19,74	17
20	0,2154	0,1648	2.743	0,0535	0,1619	0,1393	0,0226	39,24	3,18	42,42	23,0	8,50	14,5	27,92	28
21	0,1915	0,1415	2,741	0,0534	0,1381	0,1196	0,0185	33,69	2,61	36,30	30.4	8,50	21,9	14,40	24
22	0,2101	0,1533	2,899	0,0565	0,1536	0,1296	0,0240	36,51	3.38	39,89	24.2	9,00	14,2	25,69	35
23	0,1723	0,1309	3,005	0,0586	0,1137	0,1106	0,0031	31,16	0,44	31,60	25,6	9,30	16,3	15.30	40 (Nacht)
24	0,1860	0,1367	3,044	0,0594	0,1266	0,1155	0,0111	32,54	1,56	34,10	23,8	9,40	14.4	19,70	38
25	0,1903	0,1466	3,024	0,0500	0,1313	0,1239	0,0074	34,90	1.04	35,94	25,2	9,40	15,8	20,14	40 (Nacht)
26	0,2112	0,1431	3,028	0,0590	0,1522	0.1209	0,0313	34,06	4,41	38,47	25,2	9,40	15,8	22,67	40 ?
27	0,1920	0,1332	2,969	0,0579	0,1341	0,1126	0,0215	31,72	3.03	34.75	23,8	9,20	14,6	20,15	44

Ueber „Saprol“ und die „Saprolirung“ der Desinfectionsmittel.[1])

Von

Dr. Scheurlen.
Stabsarzt und Privatdocent.

(Aus dem bacteriologischen Laboratorium der Königl. Technischen Hochschule zu Stuttgart.)

Wer unserer heutigen Grubendesinfection einige Aufmerksamkeit schenkt, muss zugeben, dass trotz der grossen Zahl von Desinfectionsmitteln keines zur Desinfection des Grubeninhalts die erforderlichen Eigenschaften aufzuweisen hat. Aus den bekannten Arbeiten Pfuhl's[2]) geht zwar hervor, dass wir in der Kalkmilch ein billiges und im Laboratoriumsversuch auch sicheres Desinfectionsmittel besitzen, dass es aber für die Praxis ebenso wenig wie alle anderen eine Gewähr für die thatsächliche Desinfection des ganzen Grubeninhalts zu leisten vermag, weil bei dem Desinfectionsverfahren mit Kalkmilch die Mischung derselben mit den Fäkalien dem Zufall oder menschlicher Arbeit überlassen werden muss, beide in diesem Falle gleich unsichere Faktoren.

Es galt also, für ein neues Grubendesinficiens vor allem die Mischung mit den Fäkalien zu garantiren.

Anfang vorigen Jahres wurde nun von der chemischen Fabrik von Dr. H. Nördlinger in Bockenheim-Frankfurt a. M. unter

1) Nach einem am 12. Januar 1893 im militärärztlichen Verein zu Stuttgart gehaltenen Vortrage.

2) Zeitschr. f. Hygiene. Bd. VI. S. 97 u. Bd. VII S. 363.

dem Namen »Saprol« ein Desinfectionsmittel eingeführt, das in den Prospecten folgendermaassen gekennzeichnet wurde:

»Das Saprol, ein Desinfectionsöl, unterscheidet sich von anderen Desinfectionsmitteln dadurch, dass es auf den Fäkalien schwimmt und an diese seine wasserlöslichen Theile, Phenol, Kresole und andere stark desinficirend wirkende Körper abgiebt.

Giesst man etwas Saprol in die Grube, so überzieht es einerseits die Fäkalien etc. sofort selbstthätig mit einer gleichmässigen Decke und schliesst dieselben vollständig gegen die Atmosphäre hin ab. — Eine äusserst feine Haut ist auch dann vorhanden und verbindet die sichtbaren Theile untereinander, wenn das blosse Auge nur noch einzelne Fettropfen herumschwimmen sieht. — Von der Saproldecke aus erfolgt andererseits eine allmähliche Auslaugung der desinficirend wirkenden wasserlöslichen Bestandtheile des Saprols durch die unten stehenden Fäkalien, indem die gesättigte Lösung in schlierenartigen Strömungen zu Boden sinkt und die Fäkalien auf diese Weise von oben bis unten durchdringt.

Die Saproldecke absorbirt ausserdem übelriechende Gase und hindert sie am Austritt in die Atmosphäre.

Neu hinzutretende Fäkalien sinken unter die Saproldecke unter und werden ebenfalls deren Wirkung ausgesetzt. Einmalige Desinfection mit Saprol genügt daher im Gegensatz zur Wirkungsdauer der bisherigen Mittel auf lange Zeit; das Saprol bleibt so lange auf der Oberfläche der Fäkalien bis es vollständig ausgelaugt resp. verharzt ist, dann erst sinken die letzten Reste desselben zu Boden.

Deshalb hat das Saprol vor allen anderen Mitteln folgende Vorzüge: 1. es vertheilt sich selbstthätig und gleichmässig über die Fäkalien; 2. es bildet eine dicht schliessende Decke auf den Fäkalien; 3. es wird nach allen Richtungen hin vollständig ausgenützt: chemisch mit seinen löslichen, physikalisch mit seinen unlöslichen Bestandtheilen (Gase absorbirend und Decke bildend); 4. die Wirkung keines anderen Mittels hält so lange nach wie die des Saprols; 5. die Handhabung des Verfahrens ist denkbar einfach und billig.«

Aus diesen Angaben geht hervor, dass um ein neues Desinfectionsmittel im eigentlichen Sinne des Wortes es sich bei dem Saprol nicht handeln kann. Den obigen Ausführungen nach sind die altbewährten Mittel Phenol und Kresol seine wirksamen Bestandtheile, die durch einen ölartigen Zusatz specifisch leichter gemacht zur Selbstmischung mit den Fäkalien gezwungen werden.

Es leuchtet ein, dass bei Bestätigung der diesem Verfahren nachgerühmten Vortheile mit einem neuen Princip: der Erniedrigung des specifischen Gewichts unserer Desinfectionsmittel, — das ich der Kürze halber nach dem einmal gewählten Namen die »Saprolirung« derselben heissen will, — wir einen bedeutenden Schritt vorwärts in der Praxis der Grubendesinfection gekommen sind.

Von solchen Erwägungen ausgehend habe ich mich längere Zeit, unterstützt von einigen meiner Schüler, dem Studium des Saprols gewidmet.

Schon die Orientirungsversuche bestätigten im allgemeinen das, was versprochen war. Giesst man Saprol in klares Wasser, so sinkt es in grösseren und kleineren Tropfen unter, um sofort an die Oberfläche wieder aufzusteigen und sich — bei Verwendung kleiner Mengen — in Gestalt dünner Fettaugen auszubreiten. Dieselben sind durch eine kaum sichtbare, zeitweise irisirende Haut mit einander verbunden, so dass stets eine, wenn auch sehr dünne Decke die ganze Flüssigkeit überzieht, Verhältnisse, die dem Untersucher die Ueberzeugung aufzwingen, es mit einer Petroleumart zu thun zu haben.[1]) Bei Anwendung grösserer Mengen bedeckt eine gleichmässige braune Schicht die Oberfläche.

Beobachtet man die Berührungsstelle der Oelschicht mit dem Wasser, so bemerkt man nach kurzer Zeit, dass der Auslaugungsprocess beginnt: man sieht in dem stets klar bleibenden, allmählich sich etwas gelb färbenden Wasser die obersten mit Kresol

1) Wer sich eingehender über die hier in Betracht kommenden physikalischen Verhältnisse der Oberflächenspannung zweier sich berührender Flüssigkeitsschichten informiren will, um deren Studium sich besonders Quincke verdient gemacht hat, findet genauere Angaben hierüber z. B. bei Violle, Lehrbuch der Physik. Bd. II. Berlin, Springer 1893, S. 653.

gesättigten Wasserschichten »schlierenartig« sich nach dem Boden senken, ein Spiel, das — wie ich weiter unten zeigen werde — die ganze Flüssigkeit in kurzem in eine etwa halbprocentige Kresollösung umwandelt.

Um die entwicklungshemmende Wirkung des Saprols zu prüfen, übergossen wir Urin in Bechergläsern mit einer etwa $^1/_2$ cm dicken Saprolschicht; ich warf während des heissen Sommersemesters 1892 und Wintersemesters 1892/93 die Kadaver der in meinem Laboratorium verbrauchten Versuchsthiere, das von der Gelatinebereitung restirende Fleisch und andere leicht faulende Substanzen in einen Eimer voll Wasser, der mit ca. 1 cm dicker Saprolschicht bedeckt war. Trotzdem diese Behälter im Laboratorium stehen blieben, wurde niemand durch irgend einen Fäulnisgeruch belästigt.

Auch auf bereits in Zersetzung begriffene Flüssigkeiten gegossen, unterdrückt das Saprol sofort den bestehenden Gestank, eine Wirkung, die beim ersten Versuch durch ihre Raschheit etwas frappirendes an sich hat. Es mag diese plötzliche Desodorisirung in der Hauptsache auf dem durch die Saproldecke bedingten Abschluss der Faulflüssigkeit von der Luft beruhen, wodurch ein Verdunsten der übelriechenden Stoffe verhindert wird, möglich freilich, dass ausser diesem physikalischen, auch chemische noch ungekannte Vorgänge im Spiele sind. Die dauernde desodorisirende Wirkung des Saprols wird zweifellos durch die schon erwähnte entwicklungshemmende und die gleich zu besprechende antiseptische Kraft desselben hervorgerufen.

Diese letztere vorläufig zu prüfen, stellten wir zwei Desinfectionsversuche mit Prodigiosusbacillen und mit Megatheriumsporen an. Je zwei 40 cm hohe Standgefässe, die je 400 ccm fassten, wurden mit der wässerigen Bacterienaufschwemmung gefüllt und auf je eines 10 ccm Saprol gegossen, während das andere als Controlversuch unbedeckt stehen blieb. Nach 24 Stunden wurde aus jedem Standglas eine Platinöse in eine Gelatineröhre übertragen und davon eine Platte gegossen. Von diesen vier Platten blieb nur die aus »Prodigiosus mit Saprol« geimpfte Platte steril. Auch als ich von dieser Aufschwemmung in Bouillon impfte und,

um sicher eine Entwickelungshemmung auszuschliessen, hievon noch ein zweites Bouillonröhrchen inficirte, zeigten sich die Prodigiosusbacillen abgestorben. Einer der ersten Versuche hatte uns nämlich gelehrt, mit der Möglichkeit einer Entwickelungshemmung bei diesen Untersuchungen ganz besonders zu rechnen und deshalb doppelt vorsichtig zu sein. Wir hatten einen halben ccm der 24 Stunden unter Saprolwirkung gestandenen Megatheriumsporensuspension in ein Gelatineröhrchen übertragen und zur Platte ausgegossen; es wuchs nichts; die mitübertragene Kresolmenge bewirkte vollständige Entwickelungshemmung; erst als wir nur eine Platinöse verimpften, trat nicht nur im Bouillonröhrchen, sondern auch auf der Gelatineplatte ungeschwächtes Wachstum ein, selbst nachdem die Megatheriumsporen 30 Tage lang der Saprolwirkung ausgesetzt waren.

Nach diesen Vorversuchen schien das Saprol im Stande zu sein, die Vegetationsformen der Bacterien mit Leichtigkeit zu vernichten, die Dauerformen aber nicht angreifen zu können.

Diese antiseptische Kraft wird heutzutage bei einem Grubendesinficiens allgemein für genügend anerkannt, da wir hier nur gegen Cholera- und Typhusbacillen anzukämpfen haben, die beide keine Dauersporen bilden.

Ehe ich weiter auf das Studium des Saprols einging, war es nothwendig, Genaueres über dessen Zusammensetzung zu erfahren; ich wandte mich deshalb an die Fabrik mit der Bitte, mir dieselbe mitzutheilen; ich erhielt eine offene und jeder Geheimniskrämerei entfernte Antwort. Darnach ist das Saprol nichts anderes als eine 50—60 %ige rohe Karbolsäure, welcher höchstens 20 % — meist etwas weniger — Mineralöl zugesetzt ist, um sie specifisch leichter als Wasser zu machen und sie zu selbstthätiger Ausbreitung auf der Wasseroberfläche zu zwingen. Es besteht das Saprol also aus 40—45 % Kresol, 35—40 % anderen Theerbestandtheilen und 20 % hochsiedenden Kohlenwasserstoffen.

Diese Mittheilungen haben sich im weiteren Theil meiner Untersuchung durchaus bestätigt, und stehen mit den chemischen

Analysen des Saprols, wie sie in letzter Zeit in verschiedenen Fachzeitschriften erschienen sind, vollständig im Einklang.

Zunächst ging ich nun daran, die antiseptische Kraft des Saprols genauer festzustellen. Meine Methode war dabei folgende: In vier 50 cm hohe sterilisirte Standgefässe, welche 4 ½ cm lichten Querdurchmesser hatten, wurden je 800 ccm Bacterienaufschwemmung gegossen. Diese Suspension wurde durch Abschaben von Agarkulturen und möglichst feine Vertheilung der Bacterienmasse durch energisches Umschütteln in einem grossen Kolben mit sterilisirtem Brunnenwasser angefertigt; ihr Bacteriengehalt wurde durch Ueberimpfen einer Platinöse in Gelatine und Plattenguss bestimmt. Es wurde bei der ganzen Untersuchungsreihe nur diese eine Platinnadel mit unveränderter Oese verwendet.

Da die Löslichkeit der drei Kresole sowohl durch Alkalien als durch Säuren erhöht wird, und in den Fäkalien die Reaction sowohl alkalisch als sauer sein kann, wurden in das zweite Glas 5 ccm Ammoniakwasser, in das dritte Glas 5 ccm Essigsäure oder Oxalsäure gegossen und dann auf alle drei Gläser je 10 ccm Saprol geschichtet. Das vierte Glas blieb als Controlglas offen oder mit Mineralöl bedeckt stehen.

Nach 6, meist nach 24 Stunden wurde eine Platinöse aus »Oben«, »Mitte« und »Unten« der Suspension entnommen, in Gelatine verimpft und Platten gegossen. Die Entnahme der Platinöse Suspension geschah in der Weise, dass die Saprolschicht durch Wegblasen von einer Stelle entfernt und dann rasch in die entstandene Lücke das obere Stück eines in der Mitte etwas ausgezogenen und hier durchgesprengten Reagensglases gesteckt wurde, dieses selbst sass in einem Kork, in welchen seitwärts drei Nadeln gesteckt waren, so dass die ganze kleine Vorrichtung [1]) auf dem Rand des Standgefässes ruhte. Man konnte so durch das Reagensrohr bequem mit einem zur Pipette ausgezogenen Glasrohr aus jeder beliebigen Höhenlage der Suspension Proben

1) Dieselbe erdachte sich Herr Dr. Bujard, der einen Theil der Vorversuche in meinem Laboratorium anstellte.

entnehmen, ohne durch das Saprol gehindert zu sein, das sich sonst an der ganzen Pipette entlang angesetzt haben würde. Aus dem Controlglas wurde nur eine Probe, etwa in mittlerer Höhenlage, entnommen.

Im Anfang verfuhren wir, um sicher eine Entwicklungshemmung zu vermeiden, so, dass wir je 1 ccm der Suspension aus der betreffenden Höhe mit 100 ccm sterilisirten Wassers verdünnten und von einem oder einem halben Cubikcentimeter dieser Verdünnung Gelatineplatten gossen. Diese Methode war sehr umständlich. Wir zogen es deshalb vor, die absolute Bestimmung der Bacterienmenge aufzugeben und uns mit der relativen Quantität der Platinöse zu begnügen, die so wenig der in der Suspension enthaltenen Substanzen übertrug, dass eine Entwicklungshemmung nicht möglich war. Bei mehreren Versuchen, namentlich bei denen, welche Typhus und Cholera betrafen, prüften wir das negative Resultat der Gelatineplatten durch gleichzeitige Ueberimpfung einer Platinöse Suspension in Bouillon, Anlegen einer Verdünnung und Wachsenlassen bei Bruttemperatur (den Prodigiosus selbstverständlich ausgenommen).

Es wurden zur Untersuchung herangezogen: Prodigiosusbacillen, Typhusbacillen, Choleraspirillen, Megatheriumsporen und Milzbrandsporen.

Ich lasse die Protokolle auszugsweise folgen:

1. October 1892, Prodigiosusversuch. Menge der Prodigiosusbacillen in der Platinöse 520 (bestimmt durch Agarplatte). Beginn des Versuchs morgens 11 Uhr. Es wurden nachmittags 5 Uhr und andern Tags 11 Uhr in der besprochenen Weise je 10 Platten gegossen. In dem Standgefäss mit Ammoniakzusatz, in geringem Maasse, auch in dem mit Säurezusatz war ein röthlich flockiger Niederschlag entstanden. Es wuchsen nur die zwei Controlplatten, die übrigen blieben steril.

18. November 1892. Derselbe Versuch. 150 Keime in der Platinöse. Das Controlglas mit Mineralöl bedeckt. Resultat mit dem des ersten Versuchs vollkommen übereinstimmend. Auch Bouillonröhrchen nebst Verdünnungen gaben kein Prodigiosuswachsthum. (Ein Originalröhrchen zeigte Bacterienwachsthum,

das sich aber bei der Plattenkultur als Verunreinigung erwies; die übrigen drei blieben steril.)

11. November 1892. Versuch mit Megatheriumsporen; 750 Keime in der Platinöse. Controlgefässe mit Mineralöl bedeckt. Die Sporen erweisen sich noch in allen Gläsern am 11. December — also nach 30 Tagen — entwickelungsfähig.

22. November 1892. Versuch mit Milzbrandsporen. 450 Keime in der Platinöse. Bei Säure und Ammoniakzusatz Trübung und Niederschlag. Die am 22. December gegossenen Gelatineplatten wachsen sehr spärlich. Aus jedem Glas wird mit einer Platinöse eine Maus geimpft; drei gehen nach 24 Stunden, die aus dem Ammoniakglas geimpften nach 36 Stunden an Milzbrand ein.

13. December 1892. Derselbe Versuch; noch am 25. Januar 1893 sind die Sporen lebend und virulent.

1. December 1892. Versuch mit Cholera »Massaua«. 4-tägige Agarkultur. Bei Säure und Ammoniakzusatz Trübung. 230 Keime in der Platinöse. Sowohl die nach 6 als die nach 24 Stunden Saprolwirkung gegossenen Platten bleiben steril; ebenso 2 Serien Bouillon-Culturen. Die zwei Controlplatten zeigen ungeschwächtes Wachsthum.

Am 5. December, nach Beendigung des Versuchs, wird durch Titriren der Kresolgehalt der Suspensionen bestimmt.

6. December 1892. Derselbe Versuch mit Cholera »Berlin-Krumrey« mit demselben Resultat.

13. December 1892. Versuch mit Typhusbacillen. Bei Säure- und Ammoniakzusatz Trübung. 720 Keime in der Platinöse. Die nach 6 wie nach 24 Stunden gegossenen Platten bleiben steril.

Am 16. December, nach Beendigung des Versuchs, wird durch Titriren der Kresolgehalt der Suspensionen bestimmt.

Aus allen diesen Versuchen geht hervor, dass in einer etwa 45 cm hohen Wasserschicht, welche unter der Einwirkung einer etwa $^1/_2$ cm dicken Saprolschicht sich befindet, bei einem Verhältnis von 1 Saprol zu 80 Wasser innerhalb 6 Stunden Prodigiosus, Typhus und Cholerabacillen in der ganzen Flüssigkeitssäule abgetödtet sind. Dagegen werden Sporen unter diesen Verhältnissen nicht angegriffen.

Es blieb noch übrig festzustellen, wie rasch neu hinzutretende Bacterien in einer bereits längere Zeit unter Saprolwirkung stehenden Flüssigkeit vernichtet werden. Diesen Versuch habe ich nur mit Cholerabacillen ausgeführt: ich stellte am 23. Januar 1893 vier Standgefässe mit je 800 ccm sterilisirten Brunnenwassers auf und übergoss sie mit 10 ccm Saprol. In das erste Glas goss ich nach 24 Stunden, in das zweite nach 48, in das dritte nach 72 und in das vierte nach 96 Stunden aus etwa 10 cm Höhe ein Reagensglas voll einer wässrigen Choleraaufschwemmung. Nach einer Stunde entnahm ich 2 Platinösen etwa aus der Mitte und goss zwei Gelatineplatten; in allen Fällen blieben dieselben steril. Nach der Entnahme der Platinöse — die Flüssigkeit wurde natürlich mit der Pipette aus der Tiefe heraufgeholt — wurde die Flüssigkeit auf ihren Kresolgehalt geprüft.

Auch mit Fäkalien wurden Versuche angestellt in denselben Gefässen und mit dem gleichen Verhältnis: 800 ccm dünnflüssige Fäkalien zu 10 ccm Saprol. Der Keimgehalt betrug 19800 in der Oese, nach 5 Tagen war er »Unten« auf 300 gesunken; ein weiteres Sinken der Bakterienzahl konnte ich nicht beobachten, es war nach weiteren 5 Tagen fast genau dieselbe: 280 Keime.

Am 20. Dezember 1892 stellte ich zwei Standgefässe mit 800 ccm Fäkalien auf, denen je ein Reagensglas voll Choleraaufschwemmung zugesetzt war; das eine wurde mit 10 ccm Saprol übergossen; nach 24 Stunden wurden aus letzterem 3, aus der Mitte des Controlglases eine Platte gegossen. Nur auf der Controlplatte wuchsen Cholerabacillen, auf den anderen nicht; auch als ich nach 5 Tagen das Controlglas zum zweitenmal untersuchte, zeigten die Cholerabacillen noch Wachsthum.

Wodurch war nun diese antiseptische Wirkung in den Fäkalien und in den wässrigen Suspensionen bedingt? Die Beantwortung dieser Frage war mit der Auskunft, dass der Hauptbestandtheil des Saprols rohe Carbolsäure[1]) sei, in qualitativer Beziehung gegeben: Das darin wirkende Antiseptikum war Kresol,

1) Vergl. Lunge, die Industrie des Steinkohlentheers.

vielleicht auch noch Spuren von Carbolsäure und Xylenol. Es war also nur noch die quantitative Bestimmung vorzunehmen, die auch in sofern unser Interesse ganz besonders in Anspruch nahm, als über die Löslichkeit der Kresole in Wasser bis jetzt noch recht wenig bekannt ist.

Das modificirte Seubert-Koppeschar'sche Verfahren, dessen wir uns bei diesen Bestimmungen bedienten, verdanke ich meinem Schüler in der Bakteriologie, Herrn Dr. Keppler, dem Assistenten des chemischen Laboratoriums, der uns in zuvorkommendster Weise dabei unterstützte und vor Beginn unserer Titrationen das bis jetzt noch ungekannte Verhalten der drei isomeren Kresole, welche alle in der rohen Carbolsäure enthalten sind, bei der massanalytischen Bestimmung mittelst Brom feststellte.

Ich verweise bezüglich der Methode auf die nachstehende Arbeit.

Das Resultat unserer Bestimmungen war folgendes: In dem oben erwähnten Typhusversuch, bei welchem nach dreitägigem Auslaugen die Titration unternommen wurde, enthielt die Suspension des 1. Glases 0,41% Kresol, die des 2. mit Säurezusatz 0,47%, die des 3. mit Ammoniakzusatz gleichfalls 0,47% Kresol. Rechnet man dieses unter Zugrundelegen der verwendeten 10 ccm Saprol und 800 ccm Wasser auf das Verhältnis zum Saprol um, so ergibt sich, dass von diesem 32,8%, im 2. und 3. Glas 37,6% in Wasser sich gelöst hatten. Die Titration des nach 4 Tagen beendeten Choleraversuchs ergab im 1. Glas eine 0,43%ige Kresollösung, im 2. (Säureglas) eine 0,49%ige, im 3. (Ammoniakglas) eine 0,47%ige. Es hatten sich demnach 34,4 bezw. 39,2 und 37,6% des Saprol gelöst.

Die Titration des letzten Versuchs mit Cholerabacillen, in welchem diese in bereits 1—4 Tage lang mit Saprol überschichtetes Wasser gegossen wurden, ergab: Die 800 ccm Wasser, die 24 Stunden lang 10 ccm Saprol auslaugen konnten, enthielten 0,34% Kresol, es hatte sich also 27,2% Saprol gelöst. Das Glas, das 2 Tage stand, war zu einer 0,43%igen Kresollösung geworden, 34,4% Saprol hatten sich gelöst; in dem 3 Tage gestandenen Glas fanden sich nur 0,39% Kresol gleich 31,2% Saprol gelöst,

während die Titrirung des 4 Tage lang stehenden Wassers 0,45% Kresol also eine Auflösung von 36,0% Saprol ergab.

Diese Resultate der chemischen Untersuchung geben eine einfache und bestimmte Erklärung der in den Desinfektionsversuchen gefundenen antiseptischen Wirkung des Saprols Zieht man ausschliesslich den Cresolgehalt zum Vergleich heran, wozu wir durch Lunge's Untersuchungen berechtigt sind, so kann man sagen: das Saprol hatte die unter ihm stehende Flüssigkeit innerhalb 2—4 Tagen in eine einprozentige Lysollösung verwandelt. — Ich lege dieser Berechnung die Engler'sche Bestimmung[1]) des Lysols als 44,1—47,4% kresolhaltig zu Grunde.

Von grösstem Interesse war nun, zu erfahren, wie viel Kresol überhaupt bei dem von uns angewandten Verhältnis aus den Rohprodukten des Handels sich in wässrige Lösung überführen lässt. Zu diesem Zwecke stellten wir am 6. Februar 1893 drei Kolben auf, von welchen jeder 800 ccm destillirten Wassers enthielt; dem 1. setzten wir 10 ccm sogenannte 100%ige rohe Carbolsäure, dem 2. 10 ccm 50—60%ige und dem 3. 10 ccm Saprol zu. Die Kolben wurden täglich wiederholt und längere Zeit geschüttelt; am 11. Februar wurde die filtrirte wässrige Lösung zum erstenmal, am 13. zum zweitenmal titrirt. Das Resultat war, dass die 100%ige rohe Carbolsäure bis zum 5. Tag das Wasser in eine 0,504%ige, bis zum 7. in eine 0,514%ige Kresollösung umgewandelt hatte; die 50—60%ige Carbolsäure hatte eine 0,5 bezw. 0,505%ige Kresollösung, das Saprol beidemal eine 0,453%ige gegeben.

Dieses Resultat zeigt in anschaulichster Weise die wirklich auffallende Fähigkeit des Saprols, selbstthätig das Desinfektionsmittel zu mischen, denn das geschüttelte Saprolwasser enthielt nicht mehr gelöstes Kresol als dasjenige Wasser, auf welchem das darüber geschichtete Saprol 2—4 Tage lang ruhig stehen geblieben war.

Ueber die absolute Löslichkeit der rohen Carbolsäure in

1) Pharmaceut. Centralhalle 1890, Nr. 31.

Wasser ist noch wenig bekannt. Um hierüber einige Anhaltspunkte zu bekommen, wurden am 10. Februar wieder 3 Kolben aufgestellt, diesmal mit nur 100 ccm destillirten Wassers und 50 ccm 100%iger roher Carbolsäure, 50—60%iger roher Carbolsäure und Saprol. Sie wurden wiederholt täglich stark geschüttelt und nach 24 und 72 Stunden titrirt. Die 100%ige Carbolsäure hatte eine 3,66 bezw. 3,84%ige Kresollösung gegeben, die 50—60%ige eine 2,38 bezw. 2,72%ige und das Saprol eine 2,04 bezw. 2,18%ige. Bei der grossen Menge der in diesen Versuchen angewendeten Rohprodukte ist es sehr wohl möglich, dass auch die übrigen in der rohen Carbolsäure, wenn auch nur spurweise enthaltenen Phenole, auf das Resultat der Titration eingewirkt haben. Wir lassen es also dahin gestellt, ob man berechtigt ist, das Ergebnis derselben ohne Weiteres auf Kresol umzurechnen, wie wir es des Vergleichs und der Uebersichtlichkeit halber gethan haben. Ueber die Eigenschaften gesättigter wässriger Kresollösungen werden wir später ausführlich berichten.

In Folge der wenig geschickt gewählten Fabrikbezeichnung des Saprols als Desinfectionsöl war von verschiedenen Seiten darauf hingewiesen worden, dass das Saprol brennbar und desshalb feuergefährlich sei, ein Schluss, der wenig Sachkenntnis verräth. Ueber die Feuergefährlichkeit entscheidet — wenn sie nicht augenscheinlich ist, und davon kann bei dem Saprol keine Rede sein — nur die Bestimmung der Entflammungs- und Entzündungstemperatur.

Da ein Abel'scher Apparat mir nicht zur Verfügung stand, derselbe auch wohl die nothwendigen hohen Temperaturen kaum ausgehalten hätte, bestimmte ich diese beiden Temperaturen in der Weise, dass ich ein kleines Becherglas voll Saprol mittelst kleiner Flamme langsam erwärmte. Ueber dem Glas hing ein Thermometer, dessen Quecksilberkugel in die Mitte des Saprols tauchte. Nach jeder Temperatursteigerung um einen Grad näherte ich der Oberfläche des Saprols eine kleine Gasflamme — ein an einem Gasschlauch befestigtes spitzausgezogenes Glasrohr. Jede Bestimmung wurde 2—4 mal ausgeführt und von den einwandsfrei gelungenen Bestimmungen das Mittel gezogen.

Ich habe zwei aus verschiedener Quelle stammende Saprole untersucht, das eine käuflich erworbene, sicher aus der Nördlinger'schen Fabrik stammende, hatte ein specifisches Gewicht von 0,98; sein Entflammungspunkt war 90° C., sein Entzündungspunkt 102° C. Das zweite mir von der Fabrik direkt zugeschickte Saprol hatte ein specifisches Gewicht von 0,99, sein Entflammungspunkt war 84° C., sein Entzündungspunkt 93° C.

Schon zu meinen Desinfectionsversuchen hatte ich mir von der Nördlinger'schen Fabrik die beiden Constituentien des Saprols erbeten. Diese zog ich auch hier heran. Die 50—60%ige rohe Carbolsäure hatte einen Entflammungspunkt von 84° und eine Entzündungstemperatur von 93°; eine ebensolche anders woher bezogene hatte 86° und 97° C. Eine in einer Apotheke gekaufte 100%ige rohe Carbolsäure entflammte bei 81° und brannte bei 92° C.

Viel höher lagen diese Temperaturen beim Mineralöl; die Entflammung begann bei 150°, die Entzündung trat ein bei 171° C.

War schon hierdurch unzweifelhaft, dass durch den Zusatz des Mineralöls die Entflammungs- und Entzündungstemperatur der rohen Carbolsäure erhöht wurde, so konnte dies noch direkt experimentell nachgewiesen werden. Ich stellte mir Saprole von verschiedenem Carbol- und Mineralölgehalt her und prüfte sie in derselben Weise.

100	rohe	50—60%	Carbols.	+ 0	Mineralöl	entfl.	bei 84°	brannte	bei 93°	C.
80	»	»	»	+ 20	»	»	» 90°	»	» 102°	»
60	»	»	»	+ 40	»	»	» 92°	»	» 103°	»
40	»	»	»	+ 60	»	»	» 96°	»	» 105°	»
20	»	»	»	+ 80	»	»	» 104°	»	» 121°	»
0	»	»	»	+100	»	»	» 150°	»	» 171°	»

Es geht aus diesen Zahlen hervor, dass ganz im Gegensatz zu der Annahme der oben erwähnten Untersucher die Entflammungs- und Entzündungs-Temperatur des Saprols, die im allgemeinen diejenige der rohen Carbolsäure ist, durch den Mineralölzusatz letzterer gegenüber nicht erniedrigt, sondern erhöht wird.

Ich füge hinzu, dass das mit 20% Mineralöl hergestellte Saprol dasselbe spezifische Gewicht, nämlich 0,98 hatte, wie das von mir oben erwähnte, dessen Entflammungs- und Entzündungstemperatur gleichfalls bei 90 ° bzw. 102 ° C. lag. Ebenso bemerke ich, dass die über 20% Mineralöl haltenden Saprole sich bei längerem Stehen wieder in ihre Componenten schieden, also auf die Dauer nicht haltbar waren.

Im Anschluss hieran habe ich noch versucht, andere Desinfectionsmittel zu saproliren, was ohne Weiteres mit Sublimat, Carbolsäure, Salicylsäure und anderen gelang. Es dürfte auf diese Versuche bei Hervortreten eines praktischen Bedürfnisses zu rekurriren sein.

Die Arbeit Laser's[1]), welcher im allgemeinen zu ähnlichen Resultaten kam wie ich, habe ich bei unseren Untersuchungen nicht mehr in Betracht ziehen können.

Ich fasse meine Resultate in folgende Sätze zusammen:

1. Das Saprol ist eine Auflösung von rund 20% Mineralöl in 80% roher 50—60% iger Carbolsäure; es hat ein specifisches Gewicht von 0,98—0,99; dasselbe schwimmt deshalb auf der Oberfläche wässriger Flüssigkeiten und breitet sich sebstthätig auf denselben aus.

2. Die Auslaugung des Kresols beginnt fast sofort nach dem Aufgiessen des Saprols, und damit auch die Mischung mit den untenstehenden Flüssigkeiten, da die mit Kresol gesättigten oberen Wasserschichten ihres nunmehr specifisch schwereren Gewichtes wegen untersinken und anderen nicht gesättigten Schichten Platz machen müssen.

3. Bereits nach 24 Stunden ist bei genügender Anwesenheit von Saprol das untenstehende Wasser in eine 0,34% ige Kresollösung,. nach 4 Tagen in eine 0,43—0,49% ige umgewandelt.

4. Eine Aenderung in der Reaktion der zu desinficirenden Flüssigkeiten durch Zusatz von Ammoniak oder Essigsäure bzw.

1) Centralbl. f. Bacter. Bd. XII, 1892, Nr. 7/8.

Oxalsäure hat bezüglich der Menge des aufgelösten Kresols einen wesentlichen Unterschied nicht ergeben.

5. Das Saprol ist ein ausgezeichnetes Desodorisationsmittel, vielleicht das beste, welches wir besitzen, eine Eigenschaft, die dasselbe ganz besonders vor der Kalkmilch auszeichnet.

6. In Folge der Eigenschaft des Saprols, bei den von uns angewandten Mengen die unter ihm stehenden Flüssigkeiten in eine $^1/_2$ % ige Kresollösung umzuwandeln, tödtet es Prodigiosus-, Cholera- und Typhusbacillen, also überhaupt die Vegetationsformen der Bacterien in wässrigen Aufschwemmungen und Fäkalien innerhalb 6—24 Stunden. Die Dauersporen (Milzbrand- und Megatheriumsporen) vermag es nicht zu vernichten.

7. Was die Menge Saprol betrifft, die zu der zu desinficirenden Flüssigkeit zugesetzt werden soll, so hat sich in unseren Versuchen 1 : 80 als hinreichend und sicher erwiesen.

8. Giesst man zu Wasser, welches Tags zuvor mit Saprol übergossen und dadurch in eine 0,34 % ige Kresollösung umgewandelt war, Choleraspirillen, so werden dieselben innerhalb einer Stunde vernichtet.

9. Die wässrige Lösung des Kresols entsteht mit annähernd gleicher Leichtigkeit aus 100 % iger roher Carbolsäure wie aus 50—60 % iger oder Saprol. Eine Herstellung des Saprols aus 100 % iger Carbolsäure, wie es früher von dem Fabrikanten geübt wurde, empfiehlt sich daher nicht, da es das Präparat nur vertheuern würde.

10. Bei der Umwandlung der rohen Carbolsäure, deren Entflammungstemperatur bei 84—86 ° C. und deren Entzündungstemperatur bei 93—97 ° C. liegt, in Saprol werden durch den Zusatz von Mineralöl dessen Entflammungs- und Entzündungstemperatur 150 ° C. bzw. 171 ° C. ist, diese beiden Punkte höher gerückt, die Carbolsäure also schwerer brennbar gemacht, so dass ein Saprol von 0,98 specifischen Gewichts einen Entflammungspunkt von 90 ° und eine Entzündungstemperatur von 102 ° C. besitzt. Von dem Begriff der »Feuergefährlichkeit« kann bei der rohen Carbolsäure, geschweige denn bei dem Saprol, keine Rede sein.

Mit dieser ersten, aus dem bachteriologischen Laboratorium der Kgl. Technischen Hochschule hervorgegangenen Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, dem Director des chemisch-technologischen Laboratoriums, Herrn Professor Dr. Häussermann, der meinen Schülern und mir durch Ueberlassung eines Theils seines Laboratoriums das Arbeiten ermöglichte, meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen.

Ueber die maassanalytische Bestimmung der Kresole und des meta Xylenols mit Brom.

Von

Dr. F. Keppler.

(Mittheilung aus dem Laboratorium für allgemeine Chemie der Königl. Technischen Hochschule zu Stuttgart im Februar 1893.)

Anlässlich der quantitativen Bestimmung des Kresols in wässrigen Flüssigkeiten, die einige Zeit mit Saprol in Berührung standen, wurde die maassanalytische Bestimmung der Kresole mittelst Brom im allgemeinen näher untersucht. Vom theoretischen Standpunkte aus liess sich erwarten, dass die drei isomeren Kresole ein verschiedenes Verhalten gegen freies Brom zeigen würden, und dass dann die Seubert'sche oder die Koppeschar-sche Methode, die zur Titrirung des Phenols Anwendung findet, zur Titrirung der Kresole nicht anwendbar wäre.

Es wurden daher Lösungen mit genau abgewogenen Mengen von ortho, meta und para Kresol hergestellt und zur Titration mit Brom verwendet. Hierbei zeigte sich, dass die maassanalytische Bestimmung mittelst Brom in nachfolgender Weise ausgeführt und die zur Fällung des Kresols verbrauchte Brommenge auf Tribromkresol berechnet, bei allen drei isomeren Kresolen ganz gute Resultate ergibt. In einer Glasstöpselflasche, die durch die einzubringende Flüssigkeitsmenge zu ungefähr zwei Drittel angefüllt werden muss, um eine Verdunstung des freigemachten und nicht verbrauchten Broms möglichst zu verhüten,

werden 50 ccm einer Bromkaliumlösung (5,94 g Bromkalium im Liter) und 50 ccm einer bromsauren Kalilösung (1,667 g im Liter) mit 5 ccm concentrirter Schwefelsäure versetzt und hierzu eine abgemessene Menge der kresolhaltigen Flüssigkeit zugefügt; diese wird nur so gross bemessen, dass das aus dem Bromkalium und bromsauren Kali entwickelte Brom nicht vollständig verbraucht wird, was in einem Vorversuche ermittelt werden kann. Nach guter Durchmischung wird die festverschlossene Flasche 10 bis 15 Minuten bei Seite gesetzt und dann die Mischung stark durchgeschüttelt, wodurch der entstandene Niederschlag sich fest zusammenballt. Es wird dann rasch durch Glaswolle von dem Niederschlage abfiltrirt, ein aliquoter Theil des Filtrates mit Jodkaliumstärkelösung versetzt und das ausgeschiedene Jod mit Zehntelnormalnatriumthiosulfatlösung titrirt. Beträgt die verbrauchte Menge Zehntelthiosulfatlösung nur Bruchtheile eines Cubikcentimeters, so wird zur Titrirung vortheilhafter eine Hundertstelnormalnatriumthiosulfatlösung verwendet. Die zur Titrirung des aliquoten Theiles verbrauchte Anzahl Cubikcentimeter der Thiosulfatlösung wird auf das ganze Flüssigkeitsvolumen berechnet und die so erhaltene Anzahl Cubikcentimeter Thiosulfatlösung auf Brom umgerechnet. 1 ccm Zehntelnormalnatriumthiosulfatlösung entspricht 0,008 g Brom. Die erhaltene Brommenge wird dann von der aus je 50 ccm Bromkalium- und bromsauren Kalilösung entwickelten Brommenge — 0,24 g — abgezogen und die somit zur Fällung des Kresols als Tribromkresol verbrauchte Brommenge auf Kresol berechnet.

3 Moleküle Brom entsprechen 1 Molekül Kresol, also 1 g Brom $= \frac{108}{480} = 0{,}225$ g Kresol. Die mit den drei verschiedenen Kresollösungen genau in der angegebenen Weise ausgeführten Titrationen ergaben folgende Resultate:

Die para Kresollösung enthielt im Liter 5 g para Kresol gelöst; zu je 50 ccm der Bromkalium- und bromsauren Kalilösung und 5 ccm concentrirter Schwefelsäure wurden 10 ccm der para Kresollösung zugegeben. 25 ccm des Filtrates verbrauchten nach der Vermischung mit Jodkaliumstärkelösung

0,37 ccm Zehntelthiosulfatlösung, 115 ccm somit 1,7 ccm Zehntelthiosulfatlösung, diese entsprechen 0,0136 g Brom. Diese Brommenge von den aus je 50 ccm der Bromkalium- und bromsauren Kalilösung entwickelten 0,24 g Brom abgezogen, ergibt 0,2264 g Brom als die zur Fällung des para Kresols verbrauchte Menge. Dieser entsprechen 0,051 Kresol für die angewendeten 10 ccm para Kresollösung, für 1000 ccm somit 5,1 g Kresol.

Bei einer zweiten mit denselben Volumverhältnissen ausgeführten Bestimmung wurden zum Titriren des durch 25 ccm des Filtrates ausgeschiedenen Jodes 0,3 ccm Zehntelthiosulfatlösung gebraucht; diese ergeben als gefunden im Liter 5,16 g Kresol.

Bei einer dritten Bestimmung wurden zu je 150 ccm der Bromkalium- und bromsauren Kalilösung und 15 ccm concentrirter Schwefelsäure 25 ccm der para Kresollösung zugegeben. 50 ccm des Filtrates mit Jodkaliumstärkelösung versetzt verbrauchten 2,9 ccm Zehntelthiosulfatlösung; aus diesen berechnet sich als gefunden im Liter 5,06 g Kresol.

Anstatt der Zehntelthiosulfatlösung wurde bei zwei anderen Bestimmungen Hundertstelnormalnatriumthiosulfatlösung verwendet. Es wurden 50 ccm Bromkalium und 50 ccm bromsaure Kalilösung mit 5 ccm concentrirter Schwefelsäure und 10 ccm para Kresollösung gemischt. 25 ccm des Filtrates verbrauchten 4,8 ccm Hundertstelthiosulfatlösung; aus diesen berechnen sich als gefunden im Liter 5,004 g Kresol.

Bei einer andern mit gleichen Volumverhältnissen ausgeführten Bestimmung verbrauchten 25 ccm des Filtrates 5,0 ccm Hundertstelthiosulfatlösung; diese ergeben im Liter 4,986 g Kresol.

Die meta Kresollösung enthielt im Liter 5,28 g meta Kresol mittelst Natronlauge gelöst. 10 ccm dieser Lösung wurden zu je 50 ccm Bromkalium- und bromsaurer Kalilösung und 5 ccm concentrirter Schwefelsäure gegeben; 25 ccm des Filtrates verbrauchten nach der Zugabe von Jodkaliumstärkelösung 0,2 ccm Zehntelthiosulfatlösung; hieraus berechnet sich als gefunden im Liter 5,234 g Kresol.

Mit gleichen Volumverhältnissen wurde eine zweite Bestimmung ausgeführt und brauchten 25 ccm des Filtrates nach Zugabe von Jodkaliumstärkelösung 0,18 ccm Zehntelthiosulfatlösung. Hieraus berechnen sich im Liter 5,245 g Kresol.

Bei zwei andern mit gleichen Volumverhältnissen ausgeführten Bestimmungen wurde zum Titriren des im Filtrate ausgeschiedenen Jodes Hundertstelthiosulfatlösung verwendet; es verbrauchten 25 ccm des Filtrates nach Zugabe von Jodkaliumstärkelösung 1,60 ccm Hundertstelthiosulfatlösung; es berechnen sich hieraus im Liter 5,27 g Kresol. Ferner verbrauchten bei der zweiten Bestimmung 25 ccm des Filtrates nach dem Zusatze von Jodkaliumstärkelösung 1,55 ccm Hundertstelthiosulfatlösung; hieraus berechnen sich im Liter 5,272 g Kresol.

Die ortho Kresollösung enthielt in 500 ccm 1,108 g ortho Kresol gelöst. 20 ccm dieser Lösung wurden zu je 50 ccm Bromkalium- und bromsaurer Kalilösung und 5 ccm concentrirter Schwefelsäure gegeben. 20 ccm des Filtrates mit Jodkaliumstärkelösung versetzt, verbrauchten 0,8 ccm Zehntelthiosulfatlösung; hieraus berechnen sich in 500 ccm 1,125 g Kresol.

Bei einer zweiten mit gleichen Volumverhältnissen ausgeführten Bestimmung verbrauchten 20 ccm des Filtrates nach dem Zugeben von Jodkaliumstärkelösung 0,75 ccm Zehntelthiosulfatlösung; hieraus berechnen sich für 500 ccm 1,14 g Kresol.

Bei zwei anderen mit gleichen Volumverhältnissen ausgeführten Bestimmungen wurde mit Hundertstelthiosulfatlösung titrirt. 20 ccm Filtrat verbrauchten nach dem Versetzen mit Jodkaliumstärkelösung 8,0 ccm Hundertstelthiosulfatlösung; hieraus berechnen sich für 500 ccm 1,125 g Kresol. Bei der zweiten Bestimmung brauchten 20 ccm des Filtrates 8,5 cbcm Hundertstelthiosulfatlösung; hieraus berechnen sich für 500 ccm 1,111 g Kresol.

Das para Kresol gibt nach dem Vermischen mit der mit Schwefelsäure versetzten Bromkalium- und bromsauren Kalilösung schon beim Stehen, ohne nachfolgendes Schütteln, einen dickflockigen Niederschlag, der sich durch Glaswolle gut abfiltriren lässt.

Das meta und ortho Kresol geben nach der Vermischung mit der Bromlösung zuerst nur eine starke Trübung, durch starkes Schütteln wird aber, unter Abscheidung einer festen Substanz, die Flüssigkeit klar, worauf auch durch Glaswolle klar abfiltrirt werden kann. Die Titrirung in der Weise ausgeführt, dass man zu der mit Schwefelsäure versetzten Bromkalium- und bromsauren Kalilösung so lange Kresollösung zufliessen lässt, bis ein Jodzinkstärkepapier nicht mehr gebläut wird, gibt schlechte Resultate; ungenaue Resultate werden auch erhalten, wenn man zu der das Bromkresol enthaltenden bromhaltigen Flüssigkeit direct, ohne abzufiltriren, Jodkaliumstärkelösung zufügt und dann mit Zehntelthiosulfatlösung titrirt.

Im Anschlusse an diese Versuche zur maassanalytischen Bestimmung der Kresole mittelst Brom wurde auch Xylenol in wässriger Lösung in genau derselben Weise mittelst Brom maassanalytisch bestimmt. Es wurden zu diesem Zwecke von dem im Steinkohlentheer vorhandenen Xylenol (meta) 3,374 g mit Natronlauge zum Liter gelöst.

Hier entspricht jedoch bei der Berechnung der zur Fällung des Xylenols verbrauchten Brommenge 1 g Brom 0,2542 g Xylenol, denn 3 Moleküle Brom entsprechen einem Molekül Xylenol, also $\frac{122}{480} = 0,2542$.

Von der Xylenollösung wurden 15 ccm mit je 50 ccm Bromkalium- und bromsaurer Kalilösung und 10 ccm concentrirter Schwefelsäure versetzt. 25 ccm des Filtrates mit Jodkaliumstärkelösung versetzt, verbrauchten 0,9 ccm Zehntelthiosulfatlösung; hieraus berechnen sich im Liter 3,45 g Xylenol.

Bei einer zweiten mit gleichen Volumverhältnissen ausgeführten Bestimmung verbrauchten 25 ccm des Filtrates 0,95 ccm Zehntelthiosulfatlösung; hieraus berechnen sich im Liter 3,42 g Xylenol.

Bei einer dritten mit gleichen Volumverhältnissen ausgeführten Bestimmung wurden für 25 ccm des Filtrates 0,9 ccm Zehntelthiosulfatlösung verbraucht; hieraus berechnen sich 3,45 g Xylenol im Liter.

Von der Hundertstelthiosulfatlösung verbrauchten 25 ccm vom Filtrate einer mit den obigen Volumverhältnissen ausgeführten Bestimmung 9,8 ccm; hieraus berechnen sich im Liter 3,4 g Xylenol.

Beim Vermischen der Xylenollösung mit der bromhaltigen Flüssigkeit entsteht zuerst auch nur eine starke Trübung, durch starkes Schütteln wird jedoch die Flüssigkeit unter Abscheidung einer festen Substanz klar und lässt sich dann durch Glaswolle ganz klar abfiltriren.

Saprol, ein neues Desinfectionsmittel.[1])

Von

Dr. Arnold Keiler.

(Aus dem hygienischen Institute zu Berlin.)

A. Einleitung.

Unter den verschiedenen Aufgaben der Hygiene nimmt die Desinfection, d. h. die Abtötung der Keime in den inficierten Objecten eine wichtige Stellung ein. Ihre rationelle Anwendung datirt eigentlich erst von der auf empirischem Wege gefundenen grossen Entdeckung Listers. Mit den Entdeckungen und Fortschritten der Bakteriologie, mit der wachsenden Kenntnis von den Lebens- und Wachsthumsbedingungen der Spaltpilze gewann auch die Lehre von der Desinfection eine wissenschaftliche Grundlage. Versuche im Laboratorium bestätigten und erweiterten zugleich die gewonnenen Resultate. Welche Bedeutung die Desinfection erlangt und auch verdient hat, das lehren die Erfolge der modernen Chirurgie und der verwandten Wissensgebiete, in denen die zur Asepsis sich bereits entwickelnde Antisepsis wesentlich zum Gelingen schwieriger und früher nicht gewagter Operationen beiträgt.

Schon Koch[2]) hat in seinen bekannten im Jahre 1881 erschienenen Arbeiten auf die beste Methode der Desinfection, nämlich die Einwirkung des strömenden Dampfes hingewiesen. Allein die Anwendung des letzteren verbietet sich in vielen Fällen, z. B. bei der Desinfection von Latrinen, Wohnungen, empfind-

1) Als Inauguraldissertation gedruckt Dec. 1892.

2) R. Koch. Mittheilungen aus dem Kais. Gesundheitsamt 1881.

lichen Kleidungsstücken etc. aus mannigfachen Rücksichten. Als Ersatz pflegen in der Regel Chemikalien herangezogen zu werden. In ganz besonders hohem Maasse haben Theerproducte wie die Karbolsäure, Kresole u. s. w. Verwendung gefunden. Die Karbolsäure wurde zuerst von Koch [1]) eingehend auf ihre sporentödtende Wirkung geprüft; eine 1 %ige Lösung tödtet nach Behring [2]) die meisten Bacterien wie Milzbrand, Cholera-, Typhus- und Rotzbacillen innerhalb einer Minute, sowie in derselben Zeit eine 3 %ige Lösung die widerstandsfähigeren Staphylococcen. — Im Hinblick auf die Grossdesinfection von Latrinen hatte man schon oft an die rohe 25 % Phenol nnd Kresole enthaltende Karbolsäure gedacht. Indessen steht sie bei ihrer schweren Löslichkeit gegen die reine weit zurück. Erst durch die Untersuchungen von Laplace [3]) und besonders von C. Fränkel [4]) ist die rohe Karbolsäure wieder mehr in den Vordergrund getreten, insofern es gelang, dieselbe durch Schwefelsäurezusatz in eine lösliche Form überzuführen, welche, wie es scheint, ihre erhöhte Wirkung den in Lösung gegangenen Kresolen verdankt. Die Kresole sind es, welche neben dem Phenol, ja dasselbe zum Theil noch übertreffend, die wirksamsten Producte des Theers darstellen.

Eine andere Art der Aufschliessung nicht blos der rohen Karbolsäure, sondern auch des Steinkohlentheers und des Holztheers hat man im Creolin kennen gelernt. Das für die Desinfection wesentlich in Betracht kommende englische Präparat ist von Henle [5]) genau untersucht worden.

Die im Wasser schwer löslichen Phenole sind hier durch eine Harzseife in eine lösliche Form übergeführt, desgleichen die ebenfalls bei der Desinfection, wenn auch in geringerem Maasse, in Frage kommenden Kohlenwasserstoffe. Durch das Studium des Creolins gelangte man dahin, auch die rohe Karbolsäure

---

1) Koch. Mittheilungen aus dem Kais. Gesundheitsamt 1881.
2) Behring. Zeitschrift für Hygiene 1890.
3) Laplace. Deutsche medicinische Wochenschrift 1887, Nr. 40.
4) C. Fränkel. Zeitschrift für Hygiene 1888.
5) Henle. Archiv für Hygiene 1889.

durch Seifen aufzuschliessen. Schon Danmann hatte darauf hingewiesen. Nocht[1]) hat diesen Gedanken weiter verfolgt.

Die Idee, dass die höher siedenden Phenole in alkalischer Seife gut löslich seien, ist durch die Firma Schülke und Mayr zur Herstellung des Lysols verwerthet worden. Wenn auch die hohe von Schottelius[2]) dem Lysol vindicirte Desinfectionskraft auf Grund späterer Untersuchungen vielleicht nicht bei allen Präparaten vorhanden zu sein scheint, so bleibt doch immer noch eine Reihe von Vorzügen, namentlich vor dem Creolin, bestehen.

Lysol gibt klarere Lösungen als Creolin.

In die Kategorie der Seifenphenollösungen gehört auch das dem Creolin nachgeahmte Desinfectol, welches Harzseifen, Natriumverbindungen von Phenolen und Kohlenwasserstoffe enthält.

Als ein ganz der Neuzeit angehörendes Product sind die von Hueppe unter dem Namen der Solveole zusammengefassten Körper zu nennen, doch liegen ausgedehntere Erfahrungen aus der Praxis, wie es scheint, noch nicht vor.

Vor einiger Zeit ist als ein neues Desinfectionsmittel das Saprol in den Handel gebracht worden; es stellte sich als eine schwarze ölige Masse dar, dazu bestimmt, auf zu desinficirende Flüssigkeiten gegossen zu werden.

Da Angaben über die Natur des Desinfectionsmittels nicht gemacht waren, so haben wir versucht, durch die chemische Analyse zu erfahren, um welche Gemenge von Körpern es sich handelt; späterhin, nach Abschluss der Experimente, ist uns bekannt geworden, dass Saprol in verschiedener Zusammensetzung hergestellt wird. Unser Präparat bestand aus einer Lösung von roher Karbolsäure in hochsiedenden Kohlewasserstoffen, worauf auch die Ergebnisse der Analyse hingewiesen hatten. Es handelt sich im wesentlichen um eine neue Anwendungsweise von Desinfectionsmitteln; sie sollen in Oel gelöst und auf Flüssigkeiten schwimmend allmählich ausgelaugt werden.

Als Vorzüge des Saprols werden von Seiten der Producenten folgende angegeben:

1) Nocht. Zeitschrift für Hygiene 1889.

2) Schottelius. Münchener med. Wochenschrift 1890, Nr. 20.

1. Saprol vertheilt sich selbstthätig und gleichmässig über die Fäckalien;
2. Saprol bildet eine dichtschliessende Decke auf den Fäkalien;
3. Saprol wird nach allen Richtungen hin vollständig ausgenutzt:
   chemisch mit seinen löslichen Bestandtheilen,
   physikalisch mit seinen unlöslichen Bestandtheilen (Gas absorbirend und als Decke):
4. die Wirkung keines anderen Mittels hält so lange vor wie die des Saprols:
5. 1 kg Saprol genügt bei der Grossdesinfection in Fällen, wo 50 und 100 kg anderer Mittel nicht ausreichen;
6. Die mit Saprol desinficirten Fäkalien behalten für die Landwirthschaft, ihren vollen Werth, weil eine Ueberladung der Fäkalien mit Chemikalien bei Anwendung des Saprols ausgeschlossen ist;
7. Die Handhabung des Verfahrens ist denkbar einfach und billig[1]);
8. Tonnen- und Grubenwandungen werden durch Saprol nicht angegriffen.

Ich will hier noch bemerken, dass gleich im Beginn meiner Arbeiten eine Abhandlung über Saprol von Herrn Dr. Laser[2]) in Königsberg erschien, und werde ich dieselbe zum Vergleich mit meinen Versuchen und Ergebnissen noch des öfteren heranziehen.

B. Chemische Untersuchung.

Saprol stellt ein schwärzliches Oel dar von theerartigem Geruch, der an Petroleum erinnert. Auch im Geschmack glaubt man das Petroleum deutlich zu erkennen. Sein specifisches Gewicht beträgt 0,987. Es schwimmt deshalb auf Wasser und verwandten Flüssigkeiten und zeigt dabei die bemerkenswerthe Eigenschaft, sich über die ganze Oberfläche mehr oder weniger gleichmässig auszubreiten, sodass, wenn man auch nur einen oder zwei Tropfen

---

1) 1 l Saprol kostet im Engrosverkauf 40 ₰.
2) Laser. Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde 1892.

auf eine mässig grosse Wasserfläche bringt, man dieselben pfeilschnell in einzelne Tröpfchen sich auflösen und bis an den Rand des Gefässes sich ausbreiten sieht. Bringt man grössere Mengen Saprol auf eine Flüssigkeitsmenge, so ist die Vertheilung durchaus keine gleichmässige in jedem Falle. Wohl sieht man eine dünne Oelschicht in gleicher Stärke über die ganze Oberfläche verbreitet, dagegen die grössere schwärzlich aussehende Masse des Saprols bleibt in grösseren oder kleineren Tropfen ungleichmässig vertheilt auf der Oberfläche liegen. Wir haben es also hier mit einem schwimmenden Desinfectionsmittel zu thun, aus dem nun die wasserlöslichen Bestandtheile und zwar je nach der Zeitdauer in verschiedener Quantität ausgelaugt werden. So fand Laser[1]), dass 100 ccm Wasser aus 20 ccm Saprol in 20 Tagen etwa doppelt soviel Phenol etc. als in einem Tage auslaugen. Die Löslichkeit soll durch Ammoniak resp. Ammoniumcarbonat, was für die Desinfection von Harn nicht ohne Bedeutung ist, nicht aber durch Natronlauge oder andere Alkalien erhöht werden. Laser will beobachtet haben, dass durch Ammoniakzusatz innerhalb 24 Stunden, sofern zuvor eine stark alkalische Reaction eingetreten ist, etwa achtmal soviel Phenol aus dem Saprol ausgelaugt wird als wie durch reines Wasser. Er stellte dies auf kolorimetrischem Wege mit Hülfe des Millonschen Reagens fest, indem er zu je 100 ccm Wasser mit und ohne Ammoniakzusatz je 10 ccm Saprol hinzufügte. Dabei macht sich bemerkbar, dass das Wasser, wie ich auch wiederholt constatiren konnte, eine braune, späterhin, besonders wenn reichlich Ammoniak und eine genügende Menge Saprol zugesetzt war, eine grüne, ins blaue übergehende Färbung annimmt. Das ist der einzige Modus, bei dem eine Auslaugung von wasserlöslichen Substanzen des Saprols sichtbar wird; in reinem Wasser habe ich nie eine Veränderung oder Flüssigkeitsbewegung wahrgenommen. Bei alkalischem kohlensaures Ammoniak enthaltenden Urin bemerkte ich eine dunkelbraune Färbung im Verlauf einiger Tage nach Saprolzusatz auftreten. Dass auch bei Zusatz von Saprol zu reinem Wasser schon in kurzer Frist, z. B. innerhalb einer Stunde

1) Laser. Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde 1892.

Phenole in Lösung gehen, das habe ich mit der Eisenchloridprobe wiederholt nachweisen können auch bei einem Verhältnis von Saprol zu Wasser von 1 : 100, wobei ich, um die Löslichkeit zu erhöhen, die Mischung einige Minuten schüttelte.

Während wir also im Wasser und verwandten Flüssigkeiten nur eine beschränkte Löslichkeit des Saprols nachweisen können, ist dieses Gemisch in Alkohol und Aether leicht löslich und zwar mit dunkelrother Farbe. — Saprol reagirt anscheinend neutral, es erstarrt nach meinen Versuchen zwischen —10 und —12, um bei etwa —9° in eine dicke, schwerbewegliche Masse überzugehen.

Saprol ist eine brennbare Substanz. Beim Erhitzen entstehen allerdings keine brennbaren Dämpfe; dagegen brennen auf einer nur wenige Millimeter dicken Saprolschicht angezündete Streichhölzer längere Zeitfort und zwar mit russender Flamme. Auch mit Saprol getränkte Papierfetzen brennen leicht und längere Zeit hindurch mit russender Flamme, bis das vorhandene Saprol verbraucht ist. Damit verstösst das Mittel gegen eine für den Werth eines Desinfectionsmittels massgebende Grundbedingung, insofern es unter Umständen nicht ohne Gefahr, die durch die Brennbarkeit gegeben ist, anzuwenden ist. Die Brennbarkeit kommt auch der rohen Karbolsäure zu.

Eine genaue chemische Analyse des Saprols, welche Herr Dr. Niemann Assistent am hygienischen Institute, die Güte hatte auszuführen, ergab folgendes Resultat:

1. 20 ccm Saprol wurden der trockenen Destillation unter Zusatz von Kalilauge, um die Phenole zu binden, unterworfen. Es gab bei 60 bis 100° 0,9 ccm Destillat[1]). Bei 160 bis 270° gingen 9,7 ccm eines schweren Destillats über, das von gelber, später nachdunkelnder und ins Braune übergehender Farbe ein specifisches Gewicht von 0,931 bei 17° hatte. Ein derartiges Destillat erhält man auch beim Lysol. Der Rückstand im Fractionskolben mit Salzsäure versetzt, entwickelte Schwefelwasserstoff. Destillat und Rückstand besitzen übrigens im gleichen

1) Ueber diese Untersuchungen wird Dr. Niemann selbst eingehender berichten.

Maasse die schon des weiteren oben besprochene auch dem Saprol zukommende Brennbarkeit.

2. Zur Bestimmung der Phenole und Kresole wurde die von Kossler[1]) neuerdings angegebene Methode angewandt, wobei zu der in einer gut verschlossenen Flasche befindlichen Flüssigkeit 0,1 -n- Natronlauge, die nitritfrei sein muss, bis zur ziemlich stark alkalischen Reaction zugesetzt, die Flasche darauf in ein heisses Wasserbad gebracht und längere Zeit darin belassen wird. Zur heissen Flüssigkeit lässt man 0,1 -n- Jodlösung zufliessen und zwar 15—25 ccm mehr als man Natronlauge zugesetzt hat. Man schüttelt das Ganze um, lässt es erkalten und säuert es an; darauf wird das freigewordene Jod, welches die Flüssigkeit stark braun gefärbt hat, mit 0,1 -n- Natriumthiosulfatlösung zurücktitrirt. 1 ccm 0,1 -n- Jodlösung zeigt 1,567 mg Phenol resp. 1,8018 mg Kresol an.

Auf diese Weise wurde der Phenol- und Kresolgehalt des Saprols auf 26,00 Volum % bestimmt.

3. Zur weiteren Analyse des Saprols wurde die von Weyl[2]) beim Creolin erprobte Methode angewandt. Dieselbe besteht darin, dass man eine bestimmte Quantität der Flüssigkeit mit Wasser verdünnt und mit Schwefelsäure stark sauer macht, darauf mehrmals hintereinander mit Aether ausschüttelt. Das Aetherextrakt wird wieder mit Natronlauge geschüttelt, die abgelassene alkalische Lösung desgleichen wieder mehrfach mit Aether geschüttelt, so dass man nach Vereinigung der neuen Aetherextrakte mit dem Hauptextrakt die gesammten Kohlenwasserstoffe in ätherische Lösung übergeführt hat. Dieselbe wird über Chlorcalcium entwässert, filtrirt, dann bis zur Hälfte abdestillirt, der Rückstand bei gewöhnlicher Temperatur verdunsten gelassen und nach 24stündigem Stehen über Schwefelsäure gewogen. — Die alkalische Lösung wird mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert, mit Aether extrahirt, das Extrakt mit Sodalösung geschüttelt, um die Säure abzuscheiden. Nach der Trennung der alkalischen Flüssigkeit vom Aetherextrakt, wird erstere

1) Kossler: Zeitschrift für physiologische Chemie 1892.
2) Weyl: Zeitschrift für Hygiene 1889.

angesäuert und wieder mit Aether ausgeschüttelt. Das letztere Extrakt enthält die freie Säure und wird zur maassanalytischen Bestimmung ebenso behandelt wie der Kohlenwasserstoffextrakt. In gleicher Weise werden aus dem noch restirenden Aetherextrakt durch Trocknen, vorsichtiges Verdunsten und Wiegen die Phenole und Kresole bestimmt. Auf diese Weise wurden aus 10 ccm Saprol gewonnen:

a) 2,036 Phenol und Kresol,

b) 5,706 Kohlenwasserstoffe,

c) 1,621 Säuren.

Der Rest dürfte sich wohl auf verschiedene Salze und die in allen Theerpräparaten vorkommenden, aber für die Desinfection keine Rolle spielenden Pyridine resp. Piccoline vertheilen.

4. Um über das Vorhandensein von Kresolen Aufschluss zu bekommen, wurde, da eine genaue quantitative Trennung von den Phenolen bisher nicht bekannt ist, die von Baumann[1]) angegebene Methode angewandt, welche kurz skizzirt darin besteht, dass man die Phenole etc in ihre Sulfosäuren überführt. Von diesen ist das Barytsalz der Parakresolsulfosäure in Barytwasser unlöslich. Man erhält also durch Zusatz von Barytwasser zu einer Phenol-Schwefelsäuremischung, die eine Stunde lang auf dem Wasserbade erhitzt und dann durch Baryt neutralisirt wurde, einen Niederschlag von basischem parakresolsulfosaurem Baryt, während sich das phenolsulfosaure und das orthokresolsulfosaure Salz neben einem Rest des Parasalzes in Lösung befinden. Auf diesem Wege wurde auch im Saprol die Anwesenheit von Parakresol konstatirt.

5. Um zum Schlusse noch einmal festzustellen, wieviel Phenol und Kresole, welche ja für die Desinfection hauptsächlich in Betracht kommen, innerhalb 24 Stunden in wässriger Flüssigkeit in Lösung gehen und wieweit Ammoniak eine Beschleunigung resp. Vermehrung der Löslichkeit herbeizuführen vermag, wurde folgender Versuch angestellt:

a) 100 ccm Wasser wurden mit 0,5 ccm Ammoniak versetzt, so dass eine stark alkalische Reaction eintrat. Dazu wurden

1) Baumann: vgl. Neubauer und Vogel: Analyse des Harns.

10 ccm Saprol gefügt und das Ganze 15 Minuten geschüttelt und dann 24 Stunden stehen gelassen.

b) 50 ccm Wasser wurden mit 50 ccm 0,1 -n- Natronlauge und 10 ccm Saprol versetzt und 24 Stunden stehen gelassen. Mit der Kosslerschen Phenolprobe erhielt man folgendes Resultat: Bei der ersten, Ammoniak enthaltenden Mischung waren 3,00% Phenole und Kresole in Lösung gegangen, bei der anderen 2,63% Phenole etc. innerhalb von 24 Stunden. Bei einer dritten nur mit Wasser (100 ccm) und Saprol (10 ccm) angesetzten und längere Zeit geschüttelten Probe, welche darauf 24 Stunden stehen gelassen wurde, erhielt man auch den gleichen Procentsatz von Phenolen und Kresolen in Lösung. Aus diesen Versuchen geht einmal hervor, dass die ganze im Saprol enthaltene Phenolmenge innerhalb 24 Stunden in Lösung geht, ferner dass der Ammoniakzusatz keine wesentliche Bedeutung für die Auslaugung der Phenole und Kresole besitzt. Damit würden allerdings die von Laser auf kolorimetrischem Wege gewonnenen Angaben über die quantitativen Lösungsverhältnisse der im Saprol enthaltenen Phenole nicht übereinstimmen.

C. Bacteriologische Untersuchung.

In allem, was bisher an Gutachten oder Berichten über Saprol veröffentlicht ist, wird seine hohe desodorirende Fähigkeit hervorgehoben. Diese letztere wird nun aber besonders in den chemischen Gutachten mit der gleichfalls dem Mittel zugeschriebenen desinficirenden Wirkung zu eng verbunden, anstatt streng geschieden zu werden. Aus der Geruchloslosigkeit einer Latrine, faulender Substanzen etc. lässt sich kein Schluss auf eine bacilläre Abtödtung — und das bedeutet allein die Desinfection — ziehen, ja nicht einmal auf eine Entwickelungshemmung des Bacterienlebens, wie sich im weiteren Verlauf dieser Arbeit noch ergeben wird. — Zur Desodorisation wurden bisher Mittel verwendet, die theils chemisch wirken, indem sie, wie z. B. das Eisenvitriol, die für den Geruch besonders verantwortlichen Gase (Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium und Ammoniak) binden, theils auf physikalischem Wege durch Flächenattraction (fein

poröse Substanzen, wie gepulverte Holzkohle, Torfmull etc.) die geruchverbreitenden Stoffe absorbiren. Ganz ungeeignet ist die rohe Karbolsäure an sich, da sie üble Gerüche nur durch ihren eigenen unangenehmen Geruch verdeckt und, in zu reichlichem Maasse angewandt, durch ihren Phenolgehalt die Abfallstoffe für die Landwirthschaft entwerthet.

Saprol nimmt nun unter den desodorirenden Mitteln eine eigenartige Stellung ein, insofern seine Wirkung nicht auf den ebengenannten Principien beruht, sondern auf der zweifellos feststehenden Fähigkeit, sich an der Oberfläche in einer dünnen Oelschicht zu verbreiten, welcher der hauptsächliche Effect der Geruchlosmachung zukommt. Versuche, die mit frischem Urin von Laser[1]) angestellt und auch von mir wiederholt worden sind, haben ergeben, dass wenige Tropfen Saprol für eine mehrere Centimeter hohe Schicht genügen, um dieselbe vor Zersetzung zu bewahren. Nimmt man andrerseits zersetzten, ammoniakalischen Urin, so genügt auch hier 1 % Saprolzusatz zur Desodorisirung. Dagegen habe ich bei der Prüfung der desodorisirenden Fähigkeit des Saprols gegenüber Fäkalgemischen nicht durchweg günstige Resultate erhalten.

Versuch I:

Eine 5 cm hohe Schicht eines Fäkal-Uringemenges — es wurde zersetzter Urin genommen — wurde mit 1 % (ca. 2 ccm) Saprol in einem Wasserglase versetzt.

Ergebnis: In den ersten 3 Tagen Geruchlosigkeit, später Ammoniakgeruch.

Versuch II:

Eine 12 cm hohe Schicht desselben Gemisches mit 1 % Saprol (ca. 10 ccm) versetzt.

Ergebnis: In den nächsten zwei Tagen kein Fäkalgeruch. Am 4. und 5. Tage deutlicher Geruch nach Fäkalien, der aus einer scheinbar in der Saproldecke vorhandenen Lücke herausdringt.

Versuch III:

Eine 5 cm hohe Schicht von Fäkalien wurde mit 5 % Saprol (10 ccm) versetzt

Ergebnis: Andauernde Geruchlosigkeit. Dagegen Proben, die aus der Tiefe entnommen sind, zeigen einen Geruch nach zersetzten Fäkalien.

1) Laser: Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde 1892.

Versuch IV:

Eine 12 cm hohe Schicht einer Faulflüssigkeit wurde mit 1 % Saprol (10 ccm) versetzt.

Ergebnis: Nach Verlauf von 24 Stunden Geruchlosigkeit.

Darauf wurde nach drei Tagen eine neue Quantität derselben Flüssigkeit hinzugegossen, so dass die Schichthöhe um 4 cm erhöht wurde; es wurde aber kein Saprol mehr hinzugefügt. Hier gelang es nicht mehr, Geruchlosigkeit zu erzielen.

Ich will gerne zugeben, dass es gelingt, mit Saprol eine Desodorisirung der verschiedensten faulenden Substanzen zu erreichen. Allein ich möchte nicht so kleine Quantitäten in Anwendung bringen, wie ich sie wiederholt in den Gutachten verwendet finde. Zum mindesten ist ein 1 %iger Zusatz des Mittels zum Gebrauch für Latrinen nothwendig, wenn anders eine erfolgreiche und schnelle Desodorisation erreicht werden soll. Ich muss es aber auch an dieser Stelle wieder betonen, dass die erfolgte Desodorisirung des Materials noch keinen Maassstab für eine Desinfection oder Entwickelungshemmung abgibt. Während im Allgemeinen 1 % Saprol binnen kurzer Frist den Geruch der Fäkalien zum Verschwinden bringt, genügt ein weit höherer Procentsatz nicht zu einer Abtödtung des Bacterienlebens innerhalb mehrerer Tage. Dass auch eine Fäulnishemmung nicht eintritt innerhalb der bezeichneten Frist, das beweisen Versuch III und andere ähnliche Proben. Nach den vorliegenden Berichten hat es immer den Anschein, als ob aus der Desodorisation auf die Desinfection geschlossen wäre.

Bei der bacteriologischen Untersuchung eines Desinfectionsmittels hat man sich im Allgemeinen an die von Koch[1]) aufgestellten und später von Behring[2]), Esmarch und Anderen vermehrten und erweiterten Grundsätze zu halten. Bei der Prüfung des Saprols, einer auf Wasser schwimmenden öligen Substanz, kam noch eine Reihe anderer Umstände in Betracht, welche die Untersuchung wesentlich erschwerten. Einmal kam in Betracht,

1) Koch: Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt 1881.
2) Behring: Zeitschrift für Hygiene 1890.

dass die Auslaugung der wirksamen Substanzen sich erst allmählich vollzog, so dass man keinen Anhalt für die Zeitdauer hatte, in der eine Wirkung zu Stande kam. Andrerseits machte auch die Entnahme von Proben aus dem Prüfungsmaterial durch die über die Oberfläche vertheilte Oelschicht Schwierigkeiten, insofern man leicht Oeltropfen auf den Nährboden mit übertrug. Filtrate anzuwenden hat darin seine Misslichkeiten, weil man ohne chemische Analyse jedes einzelnen Filtrats nie weiss, was man nach Quantität und Qualität eigentlich für Substanzen in Lösung hat.

Bekanntlich soll man getrennt von den auf die Abtödtung von Spaltpilzen gerichteten Untersuchungen auch solche auf Entwickelungshemmung hin vornehmen. Behring[1]) schlägt hierfür den tropfenweisen Zusatz des Desinficiens zu Blutserum — als eiweissreichen Nährboden — vor, welcher es gestattet, dass man aus ein und demselben Röhrchen sich eine Reihe verschiedener Mengen des Desinficiens enthaltender Proben in Gestalt von hängenden Tropfen herstellt, dieselbe mit einer Bacterienart (meist Milzbrand) impft und dann bei Brütschranktemperatur die Entwickelungsfähigkeit prüft. Dass diese Untersuchung bei der öligen Beschaffenheit und der Wirkungsweise des Saprols nicht angebracht ist, dürfte wohl ohne weiteres einzusehen sein. Die Frage der Entwickelungshemmung durch Saprol werde ich daher nur soweit zur Sprache bringen, als sie von Laser[2]) geprüft und erörtert worden ist. Hat es doch praktisch wenig Interesse, da für eine derartige Untersuchung des Saprols kein regulärer Gang vorliegt.

Laser fand bei einer seiner Untersuchungen mit Saprol, dass für ein mit Milzbrandsporen geimpftes Bouillonröhrchen bei einer Schichthöhe von 3,5 cm zwei Tropfen des Mittels für die Entwickelungshemmung genügen. Die Möglichkeit der Verunreinigung der Nährböden durch Oeltropfen war bei diesem Versuch nicht ausgeschlossen. Derselbe wurde mit einer Modification wiederholt, indem die Sporen erst im Brütschrank zum Auskeimen

1) Behring: Zeitschrift für Hygiene 1890.

2) Laser: Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde 1892.

gebracht wurden, worauf dieselbe Menge Saprol wie oben zugesetzt wurde. Auch in diesem Falle war eine Entwickelungshemmung zu constatiren, insofern die Platten, die innerhalb der ersten Tage gegossen wurden, steril blieben, dagegen nicht die nach vier Tagen gegossenen.

Bei allen diesen von Laser angestellten Untersuchungen hat man es, insoweit die Entwickelungshemmung in Frage kommt nur mit einem verlangsamten Auswachsen der Kolonien auf Gelatine zu thun, eine Beobachtung, welche ich bei fast allen mit Saprol angestellten Desinfectionsprüfungen wiederholt zu machen Gelegenheit hatte.

Um einen ungefähren Begriff von der entwickelungshemmenden Kraft des Saprols zu erhalten, stellte ich den

Versuch V

so an, dass ich zu 10 ccm steriler Bouillon 1% Saprol (5 Tropfen einer Normalpipette) hinzufügte, nach 24 Stunden, wo dann die Auslaugung der löslichen Bestandtheile erfolgt ist, filtrirte und in einen hängenden Tropfen des Filtrats Milzbrandsporen verimpfte. Nach 48stündigem Aufenthalt des Präparats im Brütschrank blieben die Sporen unverändert, während in einer Controlprobe, wobei ein steriles Bouillonröhrchen mit der gleichen Cultur geimpft war, nach 24 Stunden ein reichliches Auswachsen der Sporen zu bemerken war. Ich will gerne zugeben, dass auch diese Anordnung des Versuches nicht einwandsfrei ist; ich habe deshalb diese Methode auch nicht weiter verfolgt, sondern bin sofort zur Prüfung der desinficirenden d. h. der abtödtenden Kraft des Mittels übergegangen.

Dem Gang der Untersuchung folgend, will ich zunächst

Versuch VI

beschreiben.

Testobject waren Sporenseidenfäden von 2 cm Länge.

Die Sporen stammten von einer 6 Wochen alten Milzbrandagarcultur.

Es wurden zwei Röhrchen mit diesen Fäden beschickt; zu dem einen wurden 10 ccm einer 5% Karbollösung, zu dem andern 10 ccm Wasser und 5% Saprol zugefügt. Von Tag zu Tag wurden Fäden herausgenommen, in Alkohol und aqua dest. steril. abgespült und ein kleines Fäserchen herausgezupft. Das letztere wurde in einen hängenden Bouillontropfen gebracht und die mikroskopische Untersuchung nach mehrtägigem Aufenthalt des Präparats im Brütschrank angeschlossen.

Nach sechs Tagen wurde die weitere Prüfung abgebrochen, indem sich herausstellte, dass auf allen Präparaten, gleichgültig ob die Fäden aus dem Karbol- oder Saprolröhrchen stammten,

die Milzbrandsporen zu Fäden ausgewachsen waren. Das negative Ergebnis konnte auf Grund der chemischen Untersuchung nicht überraschen, da ja nur die ausgelaugten Bestandtheile, besonders die Phenole mit den Fäden in Berührung kommen konnten und durften, dagegen keineswegs die auf der Oberfläche schwimmende Oelschicht, wenn anders die Fäden für die weitere Untersuchung brauchbar bleiben sollten. Laser[1]) macht in seiner Arbeit die Angabe, dass für eine 3,5 cm hohe Schicht eines mit Milzbrandsporen geimpften Bouillonröhrchens eine 2 cm hohe Saprolschicht, d. h. ca. 56 Volumenprocent genügen, um nach 24 Stunden eine Abtödtung der Sporen zu erzielen. Allerdings ist dieser Versuch, da eine Verunreinigung der Nährböden keineswegs ausgeschlossen ist, nicht einwandsfrei. — Meine weiteren Versuche richteten sich auf die Abtödtung von sporenfreiem Material.

Versuch VII:

Testobject bildete sterilisirter mit Typhusbacillen geimpfter Urin, der schwach sauer reagirte. 10 ccm dieses Urins versetzte ich in einem sterilisirten Röhrchen mit 1 % resp. 0,5 % Saprol (Röhrchen a und Röhrchen b). Nach 24 Stunden wurden Gelatineplatten gegossen. — Temperatur während des Versuchs ca. 15°.

Ergebnis: 1) Controlplatte zeigt zahlreiche Typhuscolonien.
2) Platte von b (0,5 % Saprol) zeigt vereinzelte Colonien.
3) Platte von a (1 % Saprol) bleibt andauernd steril.

Versuch VIII:

Testobject war eine Aufschwemmung von einer frischen Cholerabouillonkultur (Berliner Cholera) mit aqua dest. steril. im Verhältnis von 1 : 10. Zu je 10 ccm derselben wurde im sterilisirten Röhrchen a) 0,5 %, b) 1 % Saprol zugesetzt.

Temperatur und Dauer der Einwirkung w. o.

Ergebnis: Beide Platten, sowohl von a) wie von b) bleiben andauernd steril.

Diese aus den beiden letztgenannten Versuchen gewonnenen Resultate zeigen eine gewisse Uebereinstimmung mit der Angabe von Laser, wonach 1 % zur Desinfection von Fäkalien genügen soll. Das hat im Verein mit der bequemen Anwendung des

1) Laser: Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde 1892.

Saprols etwas Bestechendes für sich, zumal wenn man die desodorirende Fähigkeit des Mittels noch in Erwägung zieht. Allein es lag doch eine Reihe von Bedenken gegen eine schnelle und sichere Desinfection von Seiten des Saprols vor, Bedenken, die durch den weitern Gang der Untersuchung bestätigt wurden. — Ich will noch bemerken, dass das Ergebniss von Versuch VIII nicht einwandsfrei war, insofern es trotz sorgfältiger Entnahme der Proben nicht gelungen war, eine Verunreinigung der Platten durch Oeltropfen zu vermeiden. Meine folgenden Versuche stellte ich fast sämmtlich in Wassergläsern oder flachen Schalen an, weil so die Entnahme von Proben erleichtert, und die Gefahr, Verunreinigungen mitzubekommen, eher vermieden wurde. Dazu kam noch ein Umstand, den auch Laser hervorgehoben hat, dass nämlich für die Wirkung des Saprols die Schichthöhe des zu desinficirenden Materials nicht ohne Bedeutung ist. So macht Laser die Angabe, dass eine 26 cm hohe Schicht frischen Urins die dreifache Menge Saprol wie eine 13 cm hohe Schicht braucht, um vor Zersetzung geschützt zu werden. Die Bestätigung dieser für die Desinfection belangreichen Behauptung wird auch durch die folgenden Versuche geliefert, in denen ich zugleich die Wirkungsweise des Saprols innerhalb einer kürzeren Zeit als Tagesfrist feststellte.

Versuch IX:

Testobject war zersetzter, ammoniakalischer Urin. Zu 10 ccm desselben, die in ein Schälchen ausgegossen eine Schichthöhe von 0,5 cm hatten, wurde 1 % Saprol zugefügt. Nach einer Stunde wurde eine Platte gegossen.

Temperatur ca. 13°.

Ergebnis: 1) Die Controlplatte von dem genannten Urin zeigt zahlreiche Diplococcen- und Streptococcen-Colonien.

2) Die Platte, welche von dem eine Stunde mit 1 % Saprol desinficirten Urin gegossen wurde, blieb andauernd steril.

Versuch X:

Zu 20 ccm zersetzten Urins, die in einem Schälchen 1 cm Schichthöhe hatten, wurde 1 % Saprol zugesetzt. Versuchsbedingungen wie im Versuch IX.

Es wurden Platten gegossen:

a) nach 2 Stunden, b) nach 3 Stunden.

Ergebnis: 1) Platte a) zeigt zahlreiche Colonien.

2) Platte b) bleibt steril.

Versuch XI:

Zu 100 ccm zersetzten Urins, die in eine Schale ausgegossen eine Schichthöhe von 3 cm hatten, wurde 1 % Saprol zugesetzt.

Es wurden Platten gegossen:

a) nach 0,5 Stunde, c) nach 4 Stunden,
b) nach 3 Stunden, d) nach 24 Stunden,

und zwar mit 5 Oesen Urin.

Ergebnis: 1) Controlplatte zeigt schon nach 24 Stundeu zahlreiche Colonien. Zahl derselben 34 250.
2) Platte a) zeigt ebenso wie die beiden nächsten erst nach 48 Stunden Colonien. Zahl derselben s. Controlplatten.
3) Platte b) zeigt 15 120 Colonien.
4) Platte c) zeigt 7 830 Colonien
5) Platte d) bleibt steril.

Die Temperatur etc. wie in den bisherigen Versuchen.

Dass eine Verschiedenheit der Wirkung des Saprols sich je nach der Schichthöhe constatiren lässt, dürfte wohl aus diesen mit Urin angestellten Versuchen zweifellos hervorgehen. Sieht man doch, wie mit dem Steigen der Höhe der Flüssigkeit von 0,5 zu 3 cm auch die Zeitdauer, in der eine Desinfection erreicht wird, zunimmt; und dabei handelt es sich doch immerhin nur um kleine Differenzen in der Schichthöhe!

Die Benutzung von zersetztem Urin als Testobject dürfte wohl keinen Anstoss weiter erregen, da dies ja natürlichen und bei der Grossdesinfection in Frage kommenden Verhältnissen entspricht. Dazu kommt, dass der zersetzte Urin eine zahllose Menge der verschiedensten und sehr resistenten Coccenformen enthält.

In dem folgenden Versuche benutzte ich wieder eine Choleraculturaufschwemmung als Testobject, um die kürzeste Frist, in der Bacterien durch 1 % Saprol abgetödtet werden, an diesen sehr wenig resistenten Keimen festzustellen.

Versuch XII:

Zu 20 ccm der Aufschwemmung, welche in einem Schälchen die Schichthöhe von 1 cm hatten, wurde 1 % Saprol zugefügt. Temperatur wie bisher. Es wurden Platten gegossen:

a) nach 20 Minuten, c) nach 1,5 Stunden,
b) nach 50 Minuten, d) nach 2,5 Stunden,
e) nach 24 Stunden.

Ergebnis: 1) Controlplatte zeigt nach 24 Stunden zahlreiche Choleracolonien.
2) Platte a) zeigt erst nach 48 Stunden Colonien.
3) Platte b) und c) zeigen nach 72 Stunden entwickelte Choleracolonien.
4) Platte d) und e) bleiben steril.

Es würde also erst nach zwei Stunden eine Abtötung von Cholerabacillen durch 1 % Saprol in so dünner Schicht zu erzielen sein. Bedenkt man, dass die wässrige Aufschwemmung dem Eindringen des Desinficiens keinen Widerstand entgegensetzt, sondern den Auslaugeprocess eher noch begünstigt im Vergleiche zu Fäkalien und ähnlichen Materien, zieht man ferner die Wirkung der meisten andern Desinfectionsmittel in derselben Concentration gegenüber Cholerabacillen in Betracht, kurz, vergegenwärtigt man sich die Wirkungsweise des Saprols in ihrer Abhängigkeit von der Schichthöhe, ferner die Zeitdauer, in der sich unter verhältnismässig günstigen Bedingungen eine Abtödtung der Bacterien erzielen lässt, so dürfte man wohl zu der Ansicht gelangen, dass das Saprol hinsichtlich der Raschheit der Wirkung als Desinfectionsmittel schwerlich in Concurrenz mit den bisher bekannten und gebrauchten Mitteln treten kann.

Versuch XIII:

Als Testobject diente ein Gemisch von frischen faeces und frischem Urin im Verhältnis von 2:3. Zu 175 ccm dieses dünnbreiigen Gemenges welche in einem Wasserglase eine Schichthöhe von 5 cm hatten, wurde 1 % Saprol zugesetzt. Es wurden Platten mit 5 Oesen gegossen:

a) nach 1,5 Stunden,	d) nach 5 Stunden,
b) „ 2,5 „	e) „ 24 „
c) „ 3,5 „	f) „ 48 „

Ergebnis: 1) Die Controlplatte zeigt ca. 50000 Colonien.
2) Auf den Platten von a) bis d) sind Colonien ausgewachsen, auf Platte d) allerdings nur 7425.
3) Die Platten e) und f) bleiben steril.

Man darf bei diesem Versuch nicht vergessen, dass es sich um ein dünnflüssiges Gemisch handelte, in das die desinficirenden Substanzen leicht eindringen konnten; hierdurch erklärt sich die verhältnismässig rasche Abtödtung der Bacterien durch 1 % Saprol, sowie andrerseits das negative Resultat bei einem mit einem grösseren Procentsatz Saprol an reinen Fäkalien angestellten

Versuche. Hier sei zunächst unter Beiseitelassung von Details von zwei mit 5% Saprol angestellten Versuchen die Rede.

Versuch XIV:

Zu 100 ccm zersetzten Urins, die eine Schichthöhe von 3 cm hatten, wurden 5% Saprol zugesetzt.

Ergebnis: Nach 3 Stunden steril.

Versuch XV:

Als Testobject diente eine Aufschwemmung einer Typhusbouilloncultur mit aqua dest. steril. im Verhältnis von 1:10. Zu 20 ccm dieser Flüssigkeit, die in ein Schälchen ausgegossen eine Schichthöhe von 1 cm hatte, wurden 5% Saprol zugefügt. Die Temperatur betrug in diesem sowie in dem vorhergehenden Versuche 10—12°.

Ergebnis: Eine Platte, die nach 2,5 stündiger Einwirkung des Saprols gegossen wurde, blieb andauernd steril.

Es ist somit der Beweis geliefert, dass eine erhöhte Concentration des Saprols auch eine schnellere Wirkung nach sich zieht, welche indes noch lange nicht, was die Zeitdauer anbetrifft, die an ein Desinfectionsmittel zu stellenden Ansprüche befriedigt. — Weit ungünstiger gestaltet sich das Resultat der Saprolwirkung gegenüber reinen Fäkalien.

Versuch XVI:

Zu 200 ccm frischer, dickbreiiger Fäkalien, die in einem Wasserglase eine Schichthöhe von 5 cm hatten, wurden 5% Saprol hinzugefügt. Für die bacteriologische Untersuchung wurde diesmal das Agarplattenverfahren angewandt, um eine Einwirkung der Temperatur auf das Wachsthum der Colonien auszuschliessen. Das Glas mit den Fäkalien stand in einem kalten Raum, in dem eine Temperatur von 4—10° herrschte.

Es wurden Platten mit 5 Oesen gegossen:

a) nach einem Tag, c) nach vier Tagen,
b) nach zwei Tagen, d) nach sieben Tagen.

Ergebnis: 1)	Platte	a)	zeigte	10800 Colonien.
2)	„	b)	„	6480 „
3)	„	c)	„	24300 „
4)	„	d)	„	9180 „

Weiter wurde der Versuch nicht fortgesetzt, da dieses negative Resultat wenig dazu ermunterte. Uebrigens hat auch Laser zwei ähnliche Versuche angestellt, die auch keine günstigeren Ergebnisse lieferten. In einem dieser Versuche wurden 186 g

dünnbreiiger mit Urin vermischter faeces mit 0,5 ccm Saprol begossen. Die Controllplatte zeigte 6930 Colonien.

Am	2.	Tage	6 300	Colonien,
„	3.	„	24 536	„
„	4.	„	14 000	„
„	5.	„	140	„
„	6.	„	130	„
„	7.	„	40	„
„	8.	„	67	„

In einem andern Versuch wurden 173 g faeces mit 1 ccm Saprol begossen. Hier war am 6. Tage eine Abtödtung der Bacterien eingetreten. Aus den citirten Angaben, sowie aus den von mir angestellten Versuchen geht hervor, dass eine sichere Desinfection innerhalb kurzer Frist sich mit Saprol nicht erzielen lässt. Das blosse Hinaufgiessen einer noch so grossen Menge Saprol kann keine Desinfection von Fäkalien in kurzer Zeit bewirken. Es verhält sich hier mit dem Saprol wie mit vielen anderen zur Desinfection von Latrinen vorgeschlagenen und angewandten Mitteln. Sie dringen nicht ordentlich in die Fäkalmassen ein. Dieser rein physikalische Gesichtspunkt, der für die Grossdesinfection von hoher Bedeutung ist, ist meines Wissens nach noch zu wenig in der Litteratur hervorgehoben und erörtert worden. Trotzdem ich wiederholt mit der Pipette in die Fäkalien zum Zwecke der Entnahme von Proben einging und so den Weg für das nachdringende Saprol bahnte, erreichte ich doch nach sieben Tagen noch nicht eine Desinfection, indem eben das Saprol nicht im Stande war, in diese Masse einzudringen, d. h. nicht mit seinen auslaugbaren Bestandtheilen. Die wechselnde Zahl der Kolonien erklärt sich einmal aus dem verschiedenen Bacteriengehalt, der einzelnen Proben, andrerseits aus dem Umstande, dass dieselben mehr oder weniger oder überhaupt nicht vom Desinficiens beeinflusst waren.

Was aber besonders gegen die Anwendung des Saprols als schwimmendes Desinfectionsmittel spricht, ist die Thatsache, dass es gelingt, diese ölige Substanz in eine lösliche Form überzuführen, welche bei geringerer Konzentration und kürzerer Zeitdauer sich wirksamer erweist als das Originalproduct.

Ich löste 10 Theile Kaliseife (gewöhnliche Schmierseife) in 100 Theilen Wasser, was unter Erhitzen des Gemenges leicht und schnell gelingt. Zu 90 Theilen dieser heissen, klaren, nur eine gelbliche Färbung besitzenden Lösung fügte ich 10 Theile Saprol und schüttelte das Ganze ordentlich um. Ich erhielt so eine 10%ige, mit Wasser zunächst klare Lösungen gebende Saprolseifenmischung von dunkelbrauner Farbe, in der keine Oeltropfen mehr wahrnehmbar waren. Beim Erkalten scheidet sich allerdings ein Theil der Seife aus; man erhält trübe Lösungen, aber keine Abscheidung von Oeltropfen. Concentrirtere Seifen- oder Saprollösungen anzuwenden, ist nicht rathsam, weil man dann (z. B. bei 20%) eine zu dickflüssige Masse erhält. Mit der Concentration der Seifenlösung darf man auch nicht viel tiefer gehen, weil danach das Lösungsverhältnis des Saprols sich richtet. Die beste Mischung erhält man durch den Zusatz gleicher Theile von Saprol und Seife.

So wählte ich denn eine 10%ige Lösung, weil sie einen hohen, wenn auch nicht den höchsten zu erreichenden Concentrationsgrad darstellt, dafür aber in bequemer Weise sich herstellen und handhaben lässt. Von der Originallösung stellte ich mir Verdünnungen verschiedener Concentration her (10%ige, 5%ige, 1%ige etc.).

Die Berechnung des Saprolgehaltes in den Verdünnungen bietet keine Schwierigkeiten, da ja z. B. eine 1%ige Verdünnung 0,1% Saprol enthält u. s. w.

Die bacteriologische Prüfung dieser neuen Saprollösung vollzog sich in folgender Weise:

Versuch XVII:

Zu 10 ccm der bekannten Choleraculturaufschwemmung wurden 10% der Originallösung (1% Saprol) hinzugefügt, das Ganze wurde im Reagensglas gut durchgeschüttelt. Temperatur 11 Grad. Es wurden Platten mit 5 Oesen gegossen:

a) nach 10 Minuten,
b) nach einer halben Stunde,
c) nach 1 Stunde.

Ergebnis: 1) Die Controlplatte zeigt 10800 Choleracolonien.
2) Die Platten a) bis c) bleiben sämmtlich steril.

Vergleicht man dieses Resultat mit dem von Versuch XII, in dem die gleiche Saprolmenge auf Cholerabacillen einwirkte, so geht ohne weiteres die

Ueberlegenheit dieser Lösung des Saprols hervor. Hier eine Abtödtung der Bacterien nach 10 Minuten, dort im Versuch XII noch nicht nach 1,5 Stunden. Man darf allerdings nicht vergessen, dass auch dem Seifengehalt der Lösung eine desinficirende Wirkung zukommt (Behring).

Versuch XVIII:

Zu 10 ccm Typhusurin (s. Versuch VII) wurden 10 % der Originallösung (1 % Saprol) zugesetzt. Versuchsbedingungen wie im Versuch XVII. Es wurden Platten gegossen:

a) nach 0,25 Stunden,
b) nach 0,5 Stunden,
c) nach 1 Stunde.

Ergebnis: Sämmtliche Platten bleiben andauernd steril.

Versuch XX: [1]

Zu einer Choleraculturaufschwemmung (s. Versuch XII etc.) wurden 3 % der Originallösung (0,3 % Saprol) zugefügt. Es wurden Platten gegossen:

a) nach 7 Minuten,
b) nach 15 Minuten,
c) nach 0,5 Stunde.

Ergebnis: Sämmtliche Platten bleiben steril.

Dieser Erfolg mit einer so geringen Concentration von Saprol innerhalb weniger Minuten eine Abtötung der Cholerabacillen zu bewirken, wird auch von der Mehrzahl der andern gebräuchlichen Desinfectionsmittel nicht übertroffen. Weiterhin wandte ich eine noch stärkere Verdünnung an.

Versuch XXI:

Zu 9 ccm der bekannten Choleraculturaufschwemmung setzte ich 1 ccm einer 10 %igen Verdünnung der Originallösung hinzu. (Saprolgehalt der ganzen Flüssigkeit = 0,1 %) Versuchsbedingungen wie oben. Es wurden Platten gegossen:

a) nach 10 Min., b) nach 20 Min., c) nach 45 Min.

Ergebnis: 1) Die Controlplatte zeigte schon nach 24 Stunden zahlreiche typische Choleracolonien.
2) Die Platten a) bis c) zeigen nach 48 Stunden ebenfalls Choleracolonien. In der Zahl macht sich kein Unterschied gegen die Controlprobe bemerkbar.

Damit war also ungefähr die untere Grenze der Wirkung meiner Originallösung gegenüber Cholerabacillen festgestellt. Es war nun von Interesse, auch für Typhusbacillen die Wirkungsweise der Lösung, insbesondere das Minimum der zur Abtödtung nothwendigen Concentration zu bestimmen, da ja das Saprol hauptsächlich zur Latrinendesinfection empfohlen wurde. Bekanntlich sind aber die Typhusbacillen in Koth sehr resistent und bleiben lange Zeit am Leben.

1) Versuch XIX wie Versuch XVII, nur dass statt 10 % Originallösung 5 % (0,5 % Saprol) zugefügt wurden. Auch hier wird eine Abtödtung der Cholerabacillen nach 10 Minuten erreicht.

Versuch XXII:

Es wurde zunächst zu Thyphusurin (s. Versuch VII) 3% der Originallösung (0,3% Saprol) hinzugefügt. Temperatur = 11°. Es wurden Gelatineplatten gegossen:

a) nach 10 Minuten,
b) „ 20 „
c) „ 40 „

Ergebnis: 1) Controlplatte zeigt nach 24 Stunden Colonien.
2) Die Platten a) bis c) zeigen erst nach drei Tagen deutlich ausgewachsene Typhuscolonien. Nur die Platte c) zeigt eine erhebliche Verminderung der Zahl der Colonien.

Versuch XXIII:

Es wurden zum Typhusurin 5% der Originallösung (0,5% Saprol), d. h. zu 10 ccm Urin 10 ccm einer 10%igen Verdünnung zugesetzt und zwar wurde die letztere zuvor zum Kochen erhitzt. Es wurden Platten gegossen:

a) nach 10 Minuten,
b) „ einer halben Stunde.

Ergebnis: Die Platten a) und b) bleiben andauernd steril, während auf der Controlplatte zahlreiche Colonien ausgewachsen sind.

In diesem Versuche zeigt sich die Wirkung einer heissen Saprolseifenlösung. Dass höher temperirte Seifenlösungen ebenso wie andere erhitzte Desinfectionsmittel eine erhebliche Verstärkung ihrer Wirkung erfahren, ist bereits von Behring, Nocht u. A. betont worden. Ich konnte also aus dem Versuch XXIII nicht ohne weiteres schliessen, ob eine 5%ige Verdünnung (0,5% Saprol) zur Abtödtung der Typhusbacillen ausreiche. Um zu einem möglichst genauen Resultate zu kommen, stellte ich noch drei weitere Versuche an, die den ebengenannten sehr ähnlich waren.

Versuche XXIV, XXV, XXVI. (Platten mit 5 Oesen gegossen.)

Testobject	Concentration	Ergebnis nach					
		5 Minuten	10 Minuten	15 Minuten	30 Minuten	45 Minuten	60 Min.
i. Vers. XXIV Typhusurin Controlplatte zeigt 37800 Col.	2,5% Origin.-Lös.		Nach 48 Stund. zahlreiche Col.		Nach 48 Stund. zahlreiche Col.		Nach 48 Std. 12600 Col.
i. Vers. XXIV Choleraaufschwem. 1:10 Controlplatte zeigt viele Chol Col.	2,5% id.	Platte andauernd steril		Platte andauernd steril	Platte andauernd steril		
i. Vers. XXVI Typhusurin	5% id.		Platte andauernd steril			Platte andauernd steril	

Aus diesen Versuchen geht also hervor, dass eine 5 %ige Verdünnung (0,5 % Saprol) im Stande ist, Typhusbacillen in wenigen Minuten zu tödten, während eine halb so schwache Verdünnung innerhalb 5 Minuten Cholerabacillen vernichtet.

Nach diesen Ergebnissen muss man also schliessen, dass durch die Lösung der rohen Karbolsäure in Oel und durch die allmähliche Auslaugung aus der schwimmenden Schicht ein besonderer Vortheil nicht erreicht wird; die in der rohen Karbolsäure steckenden Desinfectionsstoffe lassen sich durch Aufschliessen mit Seife weit besser wirksam machen.

Ueber die Zeitdauer des Eindringens von Phenolen und Kresolen in die meist über meterdicken Schichten einer Abfallgrube vermögen die vorstehenden Versuche nur das auszusagen, dass jedenfalls eine sehr lange Zeit vergehen wird, bis man die Durchdringung und Desinfection einer Grube erwarten kann. Hierüber können schliesslich nur Experimente im Grossen entscheiden, wie auch über die Brauchbarkeit derart desinficirter Stoffe für die Landwirthschaft. Die ungleiche Tiefe der Schicht, Wässrigkeit und Zähigkeit der Abfälle werden ausserordentlich wechselnde Bedingungen, welche die Aufstellung bestimmter Regeln zur Behandlung der Gruben erschweren, schaffen.

Die schwimmende Oelschicht vermindert zwar den Geruch oder hebt ihn auf, beseitigt aber zugleich die Wasserverdunstung aus den Gruben.

Ueber die Veränderungen, welche frisches Fleisch und Pöckelfleisch beim Kochen und Dünsten erleiden.

Von

Dr. Fr. Nothwang.

(Aus dem hygienischen Institute zu Berlin.)

Durch meine Versuche über die Veränderungen, die das Fleisch beim Pöckelprocess erleidet, habe ich dargethan, dass infolge des bedeutenden Verlustes an Extractivstoffen und Phosphorsäure, der beim Pöckeln eintritt, Pöckelfleisch als minderwerthige Waare betrachtet werden muss.

Doch ist hiermit die Frage der Nährwerthverminderung betreffs des Pöckelfleisches noch nicht als erledigt anzusehen. Wir verzehren ja das Pöckelfleisch nicht als solches roh, sondern wir pflegen dasselbe, ebenso wie gewöhnliches Fleisch, noch der Procedur des Kochens oder Dünstens zu unterwerfen, wobei wir ganz davon absehen wollen, dass man das Pöckelfleisch, um das überreichlich vorhandene Kochsalz zu entfernen, ausserdem noch längere Zeit vor dem Kochen wässert.

Es wäre nun denkbar, dass das Pöckelfleisch beim Kochen oder Dünsten sich anders verhielte, als gewöhnliches Fleisch. Beim Kochen von Fleisch findet besonders infolge der Coagulation der Eiweissstoffe ein Auspressen von Fleischsaft statt. Da aber Pöckelfleisch durch die Salzaufnahme schon beträchtlich an Wasser verloren und hiermit im Quellungszustand des Eiweisses eine Veränderung sich vollzogen hat, so bedarf es noch des

directen Nachweises, wieviel von Wasser, Salzen und Extractivstoffen das Pöckelfleisch beim Kochen und Dünsten einbüsst.

Man hat auf die Veränderungen, die Pöckelfleisch beim Kochen erfährt, überhaupt bis jetzt wenig oder nie geachtet und nur jene des Pöckelprocesses selbst zum Gegenstand der Betrachtung genommen. Auch über die Vorgänge, die sich beim Kochen von frischem Fleisch abspielen, hat man merkwürdiger Weise sich nur sehr dürftig orientirt, so dass wir über die einfachsten und alltäglichsten Dinge in der Küche noch ungenau unterrichtet sind.

Aus diesem Grunde und um ein passendes Vergleichsobject für das Pöckelfleisch zu erhalten, habe ich auch die Veränderungen, die frisches Fleisch beim Kochen und Dünsten erleidet, mit in den Kreis meiner Untersuchungen gezogen.

Die Versuche.

Bei meinen Versuchen verfuhr ich in der Weise, dass ich die Fleischstücke in später genauer bezeichneter Grösse in ein Becherglas von ca. 500 ccm Inhalt an einem Draht einhängte. Das Dünsten geschah im Dampfkochtopf im strömenden Wasserdampf.

In einer Reihe von Vorversuchen habe ich mich darüber unterrichtet, ob überhaupt das Pöckelfleisch durch die Hitze nennenswerthe Veränderungen erfährt. Das dabei befolgte analytische Verfahren war folgendes:

Ich kochte kleinere Stücke von frischem Fleisch und Pöckel 1 Stunde in Wasser und Dampf. Das aus dem Fleisch ausgepresste coagulirte Eiweiss filtrirte ich durch ein gewogenes, chlorfreies Filter ab, wusch mit heissem Wasser und dann mit Alkohol und Aether nach. Das getrocknete Eiweiss veraschte ich und zog die erhaltene Asche von der Eiweissmenge ab. In dem eiweissfreien Filtrat selbst bestimmte ich das P_2O_5 und den Extractstickstoff.

Versuch I (mit frischem Fleisch).

Stück A. 90 g. 1 Stunde in Wasser gekocht, wiegt nach dem Kochen 62 g. Es geben also 100 g frisches Fleisch 68,9 g gekochtes.

An Eiweiss gingen 0,6374 g (aschefrei!) verloren, d. h. für 100 g frisch 0,708 g.

Von P_2O_5 fand sich im Filtrat 0,196 g, das sind 0,218 g für 100 g frisches Fleisch.

Die Bestimmung des Extractstickstoffes im Filtrat ergab 0,252 g oder für 100 g frisch 0,28 g.

Stück B. 86,5 g. 1 Stunde gedünstet, wiegt nachher 59 g, d. h. 100 g frisches Fleisch geben 68,2 g gedünstetes.

An aschefreiem Eiweiss gingen 0,2386 g, oder für 100 g frisch 0,276 g verloren.

Der Verlust an P_2O_5 betrug 0,169 g oder für 100 g frisch 0,195 g, und der an Extractstickstoff 0,142 g oder für 100 g 0,163 g.

Versuch II (mit gekauftem Pöckelfleisch).

Die Trockenbestimmung desselben ergab 32,51 % Trockensubstanz. Der Kochsalzgehalt betrug 3,95 %.[1])

Stück A. 104 g. 1 Stunde gekocht, wiegt danach noch 55 g, d. h. 100 g frischer Pöckel sind gleich 52,9 g gekochtem.

An aschefreiem Eiweiss gingen 0,6156 g oder für 100 g gerechnet 0,592 g zu Verlust. Die Einbusse an P_2O_5 betrug 0,169 g; für 100 g 0,162 g. An Extractstickstoff gingen 0,284 g, d. h. für 100 g 0,273 g verloren.

Für 100 g Pöckel wurden 3,32 g Kochsalz ausgestossen.

Stück B. 115 g. 1 Stunde gedünstet, wiegt nachher noch 54 g, d. h. 100 Pöckel entsprechen 47 g gedünstetem.

Der Verlust an aschfreiem Eiweiss betrug 0,2461 g, oder für 100 g 0,214 g, der Verlust an P_2O_5 war 0,236 g, d. h. für 100 g 0,205 g, und derjenige an Extractstickstoff 0,329 g, d. h. für 100 g 0,285 g.

Für 100 g Pöckel wurden 2,19 g Kochsalz ausgepresst.

Aus diesen Versuchen geht also hervor, dass der Verlust an Nährungs- und Genussstoffen beim Kochen und Dünsten ein nicht unerheblicher ist. Der Verlust ist auch dort, wo das Fleisch nicht direct mit dem Wasser in Berührung tritt, — beim Dünsten — bedeutend.

Von dem Pöckelfleisch, welches ich dabei verwendete, war mir nicht bekannt, wie viel dasselbe bei dem Pöckelprocess bereits an Stoffen verloren hatte, doch lässt sich aus meinen früheren Versuchen über den Pöckelprocess[2]) ersehen, dass das Fleisch nur schwach gepöckelt war.

1) Die $ClNa$ bestimmung führte ich in der Weise aus, dass ich einen Theil des Filtrats eindampfte auf dem Wasserbad, den Rückstand mit Soda und Salpeter veraschte, die Schmelze wurde in verdünnter HNO_3 gelöst und das $ClNa$ nach Volhard titrirt.

2) s. Archiv für Hygiene Bd. XVI Heft 2.

Obwohl also das Pöckelfleisch beim Einpöckeln schon an Wasser eingebüsst hatte, verliert es doch noch bei der mit dem Erhitzen eintretenden Eiweissgerinnung an Flüssigkeit, die ausserdem noch feste Bestandtheile, Nährstoffe und einen Theil des Extracts enthält.

Reichlich wird Kochsalz ausgestossen. Das gekochte und gedünstete Pöckelfleisch wird also unter allen Umständen von weniger salzigem Geschmack sein müssen, wie rohes, durch die Siedehitze nicht verändertes.

100 Theile Pöckelfleisch hatten frisch 3,95 g Kochsalz,
100 „ „ geben beim Kochen ab 3,32 g „
also verbleiben in 52 Theilen gekochtem 0,62 g „
d. h. 100 g gekochter Pöckel enthalten nur 1,2% Kochsalz.

Etwas anders verhält sich die Sache beim Dünsten.

100 Theile Pöckelfleisch hatten frisch 3,95 g Kochsalz,
100 „ „ geben beim Dünsten ab 2,13 g „
also verbleiben in 47 Theilen gekochtem 1,82 g „
d. h. 100 g gekochter Pöckel enthalten 3,87% Kochsalz.

Versuch III (mit Pöckelfleisch).

Dieses Pöckelfleisch bereitete ich mir selbst durch Einlegen in Salz. Darin liess ich es 8 Tage liegen und analysirte es dann. Das Stück wog frisch 386 g, nach dem Pöckeln wog es noch 269 g. Die Bestimmung der Trockensubstanz ergab 47,04%. Der Kochsalzgehalt betrug 9,42%.

Nach meinen früher veröffentlichten Mittheilungen über den Pöckelprocess ergibt sich, dass ein derartiges Fleisch, dessen Trockengehalt auf 47% gestiegen und dessen Kochsalzgehalt 9,42% beträgt, erheblich an Extract und Salzen eingebüsst hat. Der Verlust an P_2O_5 beträgt 31,7%, und deren Extractstickstoff 18,6%.

Stück A. 41 g. 1 Stunde gekocht, wiegt nach dem Kochen noch 29 g, d. h. 100 g Pöckel entsprechen 70,7 g gekochtem

Der Verlust an aschefreiem Eiweiss beträgt 0,1572 g, d. h. für 100 g 0,383 g. Von P_2O_5 gingen 0,07 g, das sind 0,171 g für 100 g zu Verlust, die Einbusse an Extractstickstoff beläuft sich auf 0,1299 g, oder für 100 g 0,317 g.

An Kochsalz wurden für 100 g Pöckel 6,95 g ausgepresst.

Stück B. 51,5 g. 1 Stunde gedünstet, wiegt nachher noch 35 g. 100 g Pöckel entsprechen demnach 67,96 g gedünstetem.

Verloren ging an Eiweiss 0,101 g, für 100 g 0,196 g; an P_2O_5 0,05 g, für 100 g 0,0972 g, an Extractstickstoff 0,0953 g, für 100 g 0,181 g.

Aus 100 g Pöckel wurden beim Dünsten 4,38 g Kochsalz ausgestossen.

Dieses Pöckelfleisch, das beim Einpöckeln bereits 30 % seines Gewichts verloren hatte, verhielt sich beim Kochen und Dünsten nicht anders, als die früher untersuchte Handelswaare. Es nahm beim Erhitzen an Gewicht ab, verlor Saft und mit diesem Eiweiss, Extract und Salze.

Sein Kochsalzgehalt wurde wie in Versuch II bei der Zubereitung bedeutend vermindert.

100 g Pöckel enthielten . .	9,42 g	Kochsalz,
davon gingen beim Kochen	6,95 g	zu Verlust,
so dass	2,47 g	noch verblieben.
100 g Pöckel enthielten . .	9,42 g	Kochsalz,
davon gingen beim Dünsten	4,38 g	zu Verlust,
so dass	5,04 g	noch verblieben.

Das Dünsten hat also auch dieses Mal das Fleisch salzhaltiger gelassen, als das Kochen im Wasser.

Ferner laugte das Kochen in Wasser in diesem Falle erheblich mehr an Eiweiss, Extract und P_2O_5 aus als das Dünsten.

Für 100 g Pöckel nämlich wurden abgegeben:

	beim Kochen	beim Dünsten
Eiweiss	0,383 g	0,196 g
Extract	0,317 g	0,181 g
P_2O_5	0,171 g	0,097 g

Versuch IV (mit frischem Fleisch und Pöckel).

Die Versuchsanordnung war hierbei genau dieselbe wie sonst; das analytische Verfahren aber war ein anderes. Ich bestimmte nämlich zunächst im frischen Fleisch den Trockengehalt, den Extract und die im Wasser lösliche Phosphorsäure. Das Gleiche geschah dann mit dem gekochten Fleisch. Aus der Differenz beider Bestimmungen liess sich der Verlust an Extract und P_2O_5 leicht ermitteln.

Versuch a (mit frischem Fleisch).

Der Trockengehalt desselben betrug 22,88 %. Von Extract fand sich in 100 g frischer Substanz 3,61 g (= 15,7 g für trocknes Fleisch).

Stück A. 433 g. 2 Stunden gekocht, wiegt nachher noch 236,5 g, d. h. 100 g frisch geben 54,6 g gekochtes Fleisch.

Der Verlust betrug an aschefreiem Eiweiss 0,9985 g, für 100 g frisch 0,229 g, an Extract 9,20 g. Da vorher 15,63 g Extract im ganzen Stück vorhanden waren, so beträgt der Verlust in % ausgedrückt 58,86 %.

Von in Wasser löslichem P_2O_5 fand sich im Extract des frischen Fleisches 1,106 g (auf's ganze Stück gerechnet), im Extract des gekochten Fleisches waren noch 0,508 g vorhanden, so dass sich daraus ein Verlust von 53,8 % in Wasser löslichen P_2O_5 berechnet.

Stück B. 379,2 g. 2 Stunden gedünstet, wiegt nachher noch 182,8 g, so dass 100 g frisches Fleisch 48,2 g gedünstetes geben.

An aschefreiem Eiweiss gingen 0,3823 g zu Verlust, d. h. für 100 g frisch 0,101 g.

Von Extract waren im ganzen Stück frisch vorhanden 13,69 g, nach dem Kochen fanden sich im Fleisch noch 5,94 g, so dass 7,75 g beim Kochen verloren gingen, d. h. 56,6 %.

Von in Wasser löslichem P_2O_5 fand sich im Extract des frischen Fleisches 0,971 g (auf's ganze Stück berechnet); im gekochten Fleisch restirten noch 0,408 g, so dass 0,563 g mit dem Saft nach aussen getreten waren. Der procentische Verlust hierbei berechnet sich auf 58 %.

Versuch b (mit Pöckel).

Es wurden 2 Stücke 8 Tage lang gepöckelt in trockenem Salz.

Stück A wog vorher 505,5 g, nachher 337 g; Stück B vorher 508,4 g, nachher 344 g.

Die Trockenbestimmung von A ergab 36,6 %, bei B 37,7 %. Von Kochsalz fand sich bei A 8,60 %, bei B 7,60 %.

Stück A. 307 g. 2 Stunden gekocht, wiegt nachher noch 230 g, d. h. 100 g frischer Pöckel entsprechen 74,8 g gekochtem.

An aschefreiem Eiweiss gingen 0,1489 g zu Verlust, oder für 100 g Pöckel 0,0485 g.

Von Extract fanden sich im frischen Fleisch (auf's ganze Stück berechnet) 16,79 g; im gekochten Pöckel restirten noch 8,89 g, so dass 7,90 g zu Verlust gegangen waren, d. h. 47,05 %.

Von in Wasser löslichem P_2O_5 waren im frischen Fleisch 1,21 g vorhanden (auf's ganze Stück berechnet), im gekochten Pöckel blieben noch 0,44 g zurück, so dass 0,77 g zu Verlust gingen, d. h. 63,6 %.

Von Kochsalz fand sich in dem ganzen Stück Pöckel 26,40 g, nach dem Kochen noch 6,72 g, so dass 19,68 g ausgestossen wurden, d. h. 74,5 %.

Versuch b (mit Pöckel).

Stück B. 308 g. 2 Stunden gedünstet, wiegt nachher noch 199 g, d. h. 100 g frischer Pöckel geben 64,6 g gedünsteten.

An aschefreiem Eiweiss gingen 0,243 g verloren, d. h. für 100 g Pöckel 0,077 g.

Extract fand sich im frischen Fleisch 16,42 g (im ganzen Stück!), nach dem Kochen noch 5,65 g, so dass 10,77 g zu Verlust gingen, d. h. 65,6 %.

An in Wasser löslichem P_2O_5 fand sich im frischen Fleisch 1,18 g (im ganzen Stück); im gekochten Pöckel restirten noch 0,597 g, so dass 0,580 g verloren gingen, d. h. 49,5 %.

Von Kochsalz waren im Pöckel (im ganzen Stück) 23,41 g, nach dem Kochen noch 9,83 g, so dass 13,57 g ausgepresst waren, d. h. 57,9 %.

Versuch V (mit frischem Fleisch und Pöckel).

Die Versuchsanordnung war dieselbe wie bei IV. Dagegen verfuhr ich bei der Analyse in anderer Weise. Ich bestimmte nämlich hierbei die Gesammtphosphorsäure im frischen Fleisch, wie im gekochten, um einen Einblick darin zu gewinnen, wie viel von dem ganzen P_2O_5 beim Kochen und Dünsten zu Verlust geht. Ausserdem ermittelte ich dieses Mal nicht den Verlust durch Kochen und Pöckeln zusammen, sondern stellte einmal denselben fest, wie er beim Pöckeln eintritt und dann den Verlust durch das Kochen selbst. Schliesslich führte ich bei diesem Versuch noch Controlbestimmungen derart durch, dass ich auch den Extract und die P_2O_5 im ausgepressten Fleischsaft bestimmte. Die Mengen, die ich dabei fand, mussten übereinstimmen mit denen, die ich aus der Differenz von frischem und gekochtem Fleische erhielt.

Versuch a (mit frischem Fleisch).

Die Trockenbestimmung ergab einen Trockengehalt von 23,59 %. An Extract fand sich 3,89 %, in der frischen Substanz mit 9,4 % Extractstickstoff. Von P_2O_5 war im frischen Fleisch 0,37 g für 100 g vorhanden (= 1,57 g für 100 g Trockensubstanz). Die Asche des Fleisches betrug 4,68 %.

Stück A. 419,5 g. 1½ Stunden gekocht, wiegt nachher noch 246,5 g, d. h. 100 g frisch geben 59 g gekochtes Fleisch.

An aschefreiem Eiweiss gingen 0,8772 g verloren, d. h. für 100 g frisch 0,209 g.

Von Extract waren vor dem Kochen im ganzen Stück 16,32 g vorhanden, nach demselben 7,25 g, so dass **9,07** g zu Verlust gingen, d. h. 55,6 %. (Die Controllbestimmung ergab einen Verlust von **9,08** g.)

An P_2O_5 fand sich im frischen Fleisch (im ganzen Stück) 1,552 g, im gekochten 0,972 g, **0,58** g, d. h. 37,4 % waren demnach mit dem Fleisch ausgetreten. (Die Controlbestimmung ergab **0,585** g.)

Stück B. 447 g. 1½ Stunden gedünstet, wiegt nachher noch 215 g. Es gaben demnach 100 g frisches Fleisch 48 g gedünstetes.

An aschefreiem Eiweiss gingen 0,184 g zu Verlust, für 100 g frisch 0,042 g.

Von Extract fand sich im ganzen Stück frisch 17,39 g, nach dem Kochen noch 6,32 g, so dass **11,07** g beim Kochen aus dem Fleisch ausgepresst waren, d. h. 64,1 %. (Die Controllbestimmung ergab **11,15** g.)

Das P_2O_5 im frischen Fleisch betrug im ganzen Stück 1,65 g, nach dem Kochen 1,08 g; es gingen also **0,57** g zu Verlust, d. h. 34,5 %. (Die Controlbestimmung ergab **0,567** g.)

Versuch b (mit Pöckel).

Es wurden 2 Stücke 3 Wochen lang gepöckelt in trocknem Salz. Nr. I wog vorher 744 g, nach dem Pöckeln 589 g, Nr. II vorher 838 g, nachher 645,5 g.

Die Trockenbestimmung ergab für I 40,9 %, für II 43,1 %. Der Kochsalzgehalt betrug bei I 14,87 %, bei II 14,54 %.

Stück A. 361,5 g. 1½ Stunden gekocht, wiegt nach dem Kochen 239,4 g. Es geben also 100 g frischer Pöckel 66 g gekochten.

Im frischen Fleisch fanden sich im ganzen Stück 17,76 g Extract, nach dem Kochen noch 10,26 g. **7,50** g sind also zu Verlust gegangen durch Pöckeln, d. h. **42,2**%.

Durch das Kochen gingen noch **2,46** g Extract verloren, oder **23,4**%, so dass im Ganzen 65,6% zu Verlust gingen.

Von P_2O_5 ging durch Pöckeln 1,69 — 1,26 = 0,43 g verloren; das sind 25,4%, und durch Kochen 1,26 — 1,02 = 0,24 g, das sind 19,05%, so dass der ganze Verlust an P_2O_5 44,45% betrug.

Von Kochsalz waren bei Beginn im ganzen Stück Pöckel 53,82 g, nach dem Kochen noch 24,15 g, so dass 29,67 g ausgepresst wurden, d. h. 55,1%

Stück B. 391,3 g. 1½ Stunden gedünstet, wiegt nachher noch 243,7 g. Es entsprechen demnach 100 g frischer Pöckel 63 g gedünstetem.

Von Extract fand sich im ganzen Stück frischen Fleisches 19,76 g, nach dem Pöckeln noch 10,40 g Folglich waren 9,36 g, d. h. 47,31% durch Pöckeln verloren.

Durch Dünsten gingen noch 10,40 — 8,18 = 2,22 g = 20,6% verloren, so dass der Gesammtverlust 67,91% beträgt.

Der Verlust von P_2O_5 durch Pöckeln betrug 1,88 — 1,50 = 0,38 g = 20,2%. und derjenige durch Kochen 1,50 — 1,21 = 0,29 g, d. h. 19,3%; der Gesammtverlust folglich 39,5%.

Der Verlust an Kochsalz belief sich auf 56,90 — 24,17 = 32,73 g, d. h. 57,52%.

Betrachten wir jetzt unsere Versuche hinsichtlich der Veränderungen, die frisches Fleisch und Pöckel beim Kochen und Dünsten erleiden.

Der Gewichtsverlust.

Was zunächst am meisten in die Augen springt, ist das Auspressen von Fleischsaft und der damit verbundene Gewichtsverlust des Fleisches

a) **durch Kochen.**

Versuchsnummer	Zeitdauer des Kochens	x Theile frisches Fleisch	x Theile gekocht
I	1 Stunde	100	68,9
V a	1½ „	100	59,0
IV a	2 „	100	54,6

b) **durch Dünsten.**

Versuchsnummer	Zeitdauer des Dünstens	x Theile frisches Fleisch	x Theile gedünstet
I	1 Stunde	100	68,2
V a	1½ „	100	48,0
IV a	2 „	100	48,2

α) **durch Kochen.**

Versuchs-nummer	Zeitdauer des Kochens	x Theile frischer Pöckel	x Theile gekocht
III	1 Stunde	100	70,7*)
V b	1½ „	100	66,0
IV b	2 „	100	74,8

β) **durch Dünsten.**

Versuchs-nummer	Zeitdauer des Dünstens	x Theile frischer Pöckel	x Theile gedünstet
III	1 Stunde	100	68,0*)
V b	1½ „	100	63,0
IV b	2 „	100	64,6

Das Pöckelfleisch verhält sich also, wie man aus obigen Tabellen ersieht, nicht anders wie frisches Fleisch, indem es beim Kochen und Dünsten ebenfalls Wasser abgibt und so an Gewicht verliert. Man könnte ja einwenden, dass insofern vielleicht ein Unterschied besteht, als die Quantitäten etwas verschieden sind, d. h. als das frische Fleisch mehr Wasser auspresst. Doch kann dies ja nicht besonders auffallen, wenn man bedenkt, dass das Pöckelfleisch durch den Pöckelprocess an und für sich schon bedeutend an Wasser eingebüsst hat.

Das Auspressen von Wasser und der Gewichtsverlust beim Kochen und Dünsten von Pöckel scheint wesentlich vom Trockengehalt und dem Gehalt an Kochsalz abzuhängen, wie die Zahlen von Versuch I und III beweisen. Im ersten Falle, wo der Trockengehalt nur 32,51 % und der Kochsalzgehalt 3,95 % beträgt, geht das Fleisch beim Kochen und Dünsten weit stärker zusammen, als dort, wo sich der Trockengehalt auf 47 % und der Kochsalzgehalt auf 9,42 % beläuft.

Auf die Zeit des Kochens und Dünstens scheint es beim Pöckel weniger anzukommen, als bei frischem Fleisch, bei welchem diesem Factor ein wesentlicher Einfluss auf das Zustandekommen des Gewichtsverlustes eingeräumt werden muss.

*) Ein nur leicht gepöckeltes Fleisch (Versuch II) gab dagegen folgende Werthe: gekocht 1 Stunde 100 = 53 und gedünstet 100 = 47.

Ich will hier noch meine Analysen anführen, die darthun, wie gross der Trockengehalt eines gekochten und gedünsteten frischen Fleisches und derjenige von Pöckel ist.

Gekochtes frisches Fleisch	besitzt	41,7 %	Trockengehalt.
Gedünstetes „ „	„	45,6 %	„
Gekochter frischer Pöckel	„	52,8 %	„
Gedünsteter „ „	„	53,8 %	„

Da der Widerstand, welchen das Fleisch den kauenden Zähnen entgegengesetzt, davon abhängig ist, wie viel Fasern das Fleisch in einem Raumtheil enthält, d. h. von dem Trockengehalt, so kann man sagen, dass Pöckelfleisch gekocht oder gedünstet härter und zäher sein muss, als gewöhnliches Fleisch.

Aus der Thatsache, dass das Pöckelfleisch beim Erhitzen erneut Wassser ausstösst, obschon sein Wassergehalt durch das Salzen ausserordentlich erniedrigt ist und seine Volumenverminderung etwa so viel beträgt, als bei frischem Fleisch durch Erhitzen auf 100° eingebüsst wird, ergibt sich eine wichtige Folgerung.

Das beim osmotischen Austausch des Salzens austretende und das durch Coagulation austretende Wasser sind im Fleische offenbar in zwei verschiedenen Zuständen vorhanden. Das erstere Wasser muss frei und bis zu einem gewissen Grade beweglich zwischen den Muskeltheilchen sich finden, während das andere Wasser an die Eiweissstoffe chemisch gebunden ist und durch das Salz nicht in osmotischen Austausch gebracht werden kann. Nur die Coagulation, welche die Eiweisstheilchen sich nähern lässt, macht dies gebundene Wasser frei.

Der Verlust an festen Stoffen.

Was den Verlust an Eiweiss beim Kochen und Dünsten anbelangt, so ist derselbe bei frischem, wie Pöckelfleisch kein erheblicher zu nennen. Die diesbezüglichen Resultate erhellen aus nachstehenden Tabellen.

a) beim Kochen von frischem Fleisch.

Versuchs-nummer	100 Theile frisches Fleisch liefern	aschefreies Eiweiss in g
I	—	0,708
IV a	—	0,229
V a	—	0,209

b) beim Dünsten von frischem Fleisch.

Versuchs-nummer	100 Theile frisches Fleisch liefern	aschefreies Eiweiss in g
I	—	0,276
IV a	—	0,101
V a	—	0,042

α) beim Kochen von Pöckel.

Versuchs-nummer	100 Theile frischen Pöckels liefern	aschefreies Eiweiss in g
II	—	0,592
III	—	0,383
IV b	—	0,0485

β) beim Dünsten von Pöckel.

Versuchs-nummer	100 Theile frischen Pöckels liefern	aschefreies Eiweiss in g
II	—	0,214
III	—	0,196
IV b	—	0,077

Gegenüber dem verhältnismässig geringen Verlust an Eiweiss steht die bedeutende Einbusse an Extract und P_2O_5, die beim Kochen und Dünsten das Fleisch erleidet.

Schon beim Kochen und Dünsten von frischem Fleisch werden ganz erhebliche Mengen davon mit dem Saft nach aussen abgegeben.

Ich will hier erst die absoluten Zahlen unserer Versuche geben.

a) beim Kochen.

Versuchs-nummer	100 g frisches Fleisch geben	Extract-N. in g	Gesammt-extract in g	P_2O_5 in g
I	—	0,28	2,97	0,218
IV	—		2,1	0,138
V	—		2,2	0,138

b) beim Dünsten.

Versuchs-nummer	100 g frisches Fleisch geben	Extract-N. in g	Gesammt-extract in g	P_2O_5 in g
I	—	0,163	1,78	0,195
IV	—		1,79	0,130
V	—		2,47	0,127

Rechne ich diese Zahlen procentisch aus, zo zeigt sich, dass ein ganz beträchtlicher Theil des Extracts und des P_2O_5 im Fleisch beim gewöhnlichen Kochen und Dünsten schon verloren geht. Für diese Berechnung selbst lege ich die Zahlen zu

Grunde, die ich in den Versuchen IV und V für Extract und P_2O_5 ermittelt habe:

a) **beim Kochen.**

Versuchs-nummer	Verlust an Extract in %	Verlust in %	
		an Gesammt-P_2O_5	an P_2O_5 (in Wasser löslich)
I	76,20	58,9	
IV	58,86		53,8
V	55,60	37,4	

b) **beim Dünsten.**

Versuchs-nummer	Verlust an Extract in %	Verlust in %	
		an Gesammt-P_2O_5	an P_2O_5 (in Wasser löslich)
I	44,0	52,7	
IV	56,6		58,0
V	64,1	34,5	

Die Zahlen aus Versuch I dürften insoferne als etwas hoch ausgefallen zu betrachten sein, als die dabei verwendeten Stücke Fleisch sehr klein waren. Deshalb möchte ich hauptsächlich auf die Zahlen von Versuch IV und V Werth legen, weil dabei Stücke zur Verwendung kamen, wie sie im Haushalt auch verbraucht werden.

»Aus diesen Tabellen ergibt sich mit grosser Deutlichkeit die Thatsache, dass beim Kochen und Dünsten von frischem Fleisch etwa zwischen 50 und 60 % an Extract und von der Gesammtphosphorsäure etwa 35% (wenn ich die Zahlen von Versuch V zu Grunde lege), also ganz bedeutende Mengen verloren gehen.«

Wie verhält sich dem gegenüber das Pöckelfleisch, das ja durch das Einpöckeln schon beträchtlich an Extract und P_2O_5 einbüsst?

Ich will hier die procentischen Zahlen von Versuch V, die allein mit zum Vergleich herangezogen werden können, anführen.

Verlust in % durch Kochen		Verlust in % durch Pöckeln	
an Extract	an P_2O_5	an Extract	an P_2O_5
23,4	19,05	42,2	25,4

Verlust in % durch Dünsten		Verlust in % durch Pöckeln	
an Extract	an P_2O_5	an Extract	an P_2O_5
20,6	19,3	47,31	20,2

	Gesammtverlust in % durch Kochen resp. Dünsten und Pöckeln	
	beim Kochen und Pöckeln	beim Dünsten und Pöckeln
Extract	65,6	67,91
P_2O_5	44,45	39,50

»Aus obigen Ziffern ersehen wir, dass Pöckelfleisch beim Kochen und Dünsten ebenfalls nochmals an Extract und P_2O_5 einbüsst, so dass, wenn wir den Verlust, den dasselbe durch Kochen erleidet, addiren zu dem, welchen es durch Pöckeln erfährt, der Gesammtverlust noch den übersteigt, den gewöhnliches Fleisch beim Kochen und Dünsten erleidet.«

Uebersicht über den Kochsalzgehalt von Pöckelfleisch vor dem Kochen und nach dem Kochen.

Wir haben oben schon berührt, dass das Pöckelfleisch beim Kochen und Dünsten Kochsalz ausstösst, wodurch es entschieden weniger unangenehm für den Geschmack wird.

Aus meinen Versuchen berechnen sich folgende Zahlen:

Versuchs-nummer	Kochsalzgehalt in 100 Th. Trockensubstanz		Differenz	Kochsalzgehalt in 100 Th. Trockensubstanz		Differenz
	vor dem Kochen	nach dem Kochen		vor dem Dünsten	nach dem Dünsten	
II	12,15	1,84	10,31	12,15	5,42	7,73
III	20,02	5,24	14,78	20,02	10,71	9,31
IV	23,60	6,00	17,60	20,16	7,46	12,70
V	36,38	16,28	20,10	33,73	14,33	19,40

Es werden, wie man sieht, beim Kochen und Dünsten ganz gewaltige Mengen Kochsalz ausgestossen, und zwar fast immer mehr beim Kochen in Wasser, als beim Dünsten.

Zum Schlusse möchte ich in zwei Tabellen noch eine Uebersicht über die Gewichtsänderungen geben, welche frisches Fleisch beim Pöckeln und Kochen oder Dünsten erleidet.

Versuchs-nummer	Fleisch			
	frisch	gepöckelt	gekocht	gedünstet
	g	g	g	g
III	386	269	190,2	182,9
IV b	507	341	255,1	220,3
V b	791	618	407,9	389,3

Des bessern Verständnisses halber will ich die Werthe für frisches Fleisch = 100 setzen und dementsprechend die übrigen Zahlen corrigiren.

Versuchs-nummer	Fleisch			
	frisch	gepöckelt	gekocht	gedünstet
	g	g	g	g
III	100	69,9	49,5	47,4
IV b	100	67,3	50,3	43,4
V b	100	78,1	51,5	49,2

Ueber die Cholera von 1892 in Hamburg und über Schutzmaassregeln.

Von

Max von Pettenkofer.

Nachdem Medicinalrath Dr. J. J. Reincke sich über die Cholera in Hamburg in einem lehrreichen Vortrage geäussert hat, möchte ich von meinem localistischen Standpunkte aus einige Bemerkungen dazu machen.

Reincke's Mittheilungen zeichnen sich immer durch Sachkenntnis, Objectivität und umsichtiges Urtheil aus. Er ist nun der Ansicht geworden, dass die Gegenwart des Koch'schen Bacillus und dessen Aufnahme in den menschlichen Darm genüge, um die schwersten Choleraerkrankungen hervorzurufen, und dass die rasche Verbreitung der 1892 in Hamburg eingeschleppten Bacillen wenigstens zu Anfang der Epidemie hauptsächlich durch die Hamburger Wasserkunst erfolgt sei, welche unfiltrirtes Elbwasser vertheilte.

Wie und durch wen der Kommabacillus nach Hamburg gelangte, lässt Reincke unentschieden, und hält nur daran fest, dass er nicht schon Anfangs August dagewesen sein könne, weil sich sonst auch bereits zu dieser Zeit wirkliche Cholerafälle gezeigt haben müssten und weil Choleraverschleppungen aus Hamburg nach anderen Orten hin erst nach Mitte August zur Beobachtung kamen. Die ersten Fälle kamen Mitte August vor und betrugen am 20. August bereits 49, von welchen 23 tödtlich endeten. »Von den Erkrankten können 20 ohne Umstand auf

1) Deutsche medicinische Wochenschrift 1893, Nr. 3 und 4.

den Hafen zurückgeführt werden.« Die allerersten Fälle hängen mit dem kleinen Grasbrook zusammen.

»Angesichts dieser Thatsachen kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die Epidemie vom Hafen ihren Ausgangspunkt genommen, und zwar speciell vom kleinen Grasbrook, wo auch im Jahre 1873 die ersten Fälle vorkamen.«

Reincke führt nun aus: »Vergegenwärtigt man sich, wie der Hafen der Mittelpunkt der Existenz unserer ganzen Stadt ist, wie unendlich viel Menschen dort alltäglich zur Arbeit zusammenströmen aus oft entlegenen Wohnungen, seit dem Zollanschlusse in noch weit erhöhterem Maasse als früher, dann kann man sich vorstellen, mit welcher Geschwindigkeit und Macht eine ansteckende Seuche gerade vom Hafen aus über die ganze Stadt ausgesät werden kann.«

Aber aus dem engen Verkehr mit dem Hafen allein, fährt Reincke fort, lasse sich der Verlauf der Dinge in der Epidemie von 1892 doch nicht erklären, und namentlich die explosionsartige Ausbreitung der Krankheit verlange ein Transportmittel, das rasch überall gleichmässig hinkomme, und das könne der ganzen Natur der Dinge nach nur das Wasser sein.

Reincke pflegt in seinen Schlussfolgerungen sehr vorsichtig zu sein, und könnte ich ihm auch diesmal beistimmen, wenn er es hätte dahingestellt sein lassen, ob das Wasser der HamburgerWasserkunst als Brauchwasser oder als Trinkwasser Schaden angerichtet habe. Im ersteren Falle könnte ich ihm zustimmen, ohne mit ihm in's grosse Lager der Trinkwassertheoretiker überzugehen.[1])

Seit 1870 vertrete ich die Ansicht, dass unreines Wasser zu Typhus- und Cholera-Epidemien auf zwei Wegen beitragen kann: 1) durch Anhäufung von günstigem Nährmaterial für pathogene Mikroorganismen in den Localitäten, in welchen das Wasser gebraucht wird, 2) dadurch, dass eine Wasserleitung, in welche Typhus- oder Cholerakeime gelangt sind, die Rolle des menschlichen Verkehrs zur Verbreitung (wenn auch keiner weiten) dieser

1) Ich habe mich darüber in meinem Cholerabuche: »Zum gegenwärtigen Stand der Cholerafrage.« (München 1887. R. Oldenbourg.) S. 196, 227 und 572 unzweideutig ausgesprochen.

Keime von einer Typhus- oder Choleralocalität aus in verschiedene andere Localitäten übernimmt, wo es aber ebenso wie bei den durch den menschlichen Verkehr verbreiteten Keimen immer noch darauf ankommt, ob die Localität für eine weitere Entwicklung und Vermehrung der Keime geeignet ist oder nicht.

Zu jeder Infection gehört neben der individuellen Disposition der Menschen nicht bloss eine gewisse Qualität, sondern auch eine gewisse Quantität des Infectionsstoffes. Wenn man nun auch annimmt, dass vom kleinen Grasbrook oder einem anderen Punkte aus Kommabacillen von einem Kranken in das Elbwasser gelangt und bis zur Schöpfstelle der Wasserkunst hinauf gekommen seien, so müssen dieselben doch eine sehr grosse Verdünnung erlitten haben. Infectionsversuche an Thieren mit so hochgradigen Verdünnungen pathogener Mikroorganismen haben nie Erfolg, wie die Vergiftung des Schachtbrunnens im hygienischen Institute dahier mit Milzbrand und mit Hühnercholera zur Genüge gezeigt hat.[1]) Dass auch im Hamburger Leitungswasser kaum Spuren von Kommabacillen vorhanden gewesen sein können, geht daraus hervor, dass es den zahlreichen bacteriologischen Untersuchungen nie gelungen ist, die Bacillen im Wasser zu finden. Wenn es auch Schwierigkeiten macht, im Wasser neben anderen die Gelatine verflüssigenden Wasserbacterien den Kommabacillus nachzuweisen, so gelingt es hie und da doch, und müsste es leicht gelingen, wenn derselbe in grösserer Menge vorhanden ist.

Wenn sich das explosionsartige Auftreten einer Epidemie, hier der Cholerapidemie von Hamburg im Jahre 1892, auch sehr ungezwungen durch eine weitverzweigte Wasserleitung erklären liesse, so darf man doch nicht vergessen, dass solche explosionsartige Ausbrüche in grossen Städten auch vorkommen, ohne dass man zur Erklärung das Trinkwasser zu Hilfe nehmen kann. — Wenn die Erscheinung anderswo ohne Trinkwasser erklärt werden muss, so besteht auch kein logischer Zwang, sie in Hamburg mit Trinkwasser zu erklären.

---

1) Schönwerth. Archiv für Hygiene. Bd. XVI, S. 61. Siehe auch Karlinski. Bd. IX, S. 432 und Bd. X, S. 382.

Ein solches Beispiel ohne Trinkwasser ist die Epidemie von 1854 in München, welche sich vom Glaspalaste aus ebenso wie die von 1892 in Hamburg vom Hafen aus über die ganze Stadt verbreitete. In München aber schloss die eingehendste Untersuchung[1]) jeden Einfluss einer Wasserleitung aus, deren damals mehr als zehnerlei bestanden.

Um die Thatsache, dass sich die Cholera 1854 in München ebenso entwickelte und ebenso auch wieder abnahm, wie 1892 in Hamburg, jedermann augenscheinlich zu machen, sind in der folgenden Tabelle alle täglich gemeldeten Erkrankungen und Todesfälle bis Ende October zusammengestellt. Die Epidemie in München begann nur drei Wochen früher (27. Juli) als die in Hamburg (16. bis 20. August), aber bald nach dem 16. August ist die zeitliche Bewegung beider Epidemien ganz auffallend gleichmässig.

Um dieses noch anschaulicher zu machen, habe ich die in München vorgekommenen Fälle, auf die Einwohnerzahl von Hamburg berechnet, in einer dritten Rubrik der Tabelle beigefügt. München hatte 1854 106715 Einwohner, und kamen bis Ende October 4583 Erkrankungen und 2231 Todesfälle an Cholera vor.[2]) Hamburg hatte 1892 640000 Einwohner und bis Ende October 17972 Erkrankungen und 7610 Todesfälle. Die Einwohnerzahl von Hamburg war demnach im Jahre 1892 fast genau das Sechsfache von der von München im Jahre 1854. Ich habe daher in der dritten Rubrik der Tabelle sämmtliche Münchener Fälle mit 6 multiplicirt eingetragen, woraus man ersehen kann, dass die Epidemie 1854 in München verhältnismässig sogar viel heftiger war, als die 1892 in Hamburg, die so schreckliches Aufsehen gemacht hat. In Hamburg starben bis dahin nur 13, in München 21 pro Mille der Bevölkerung an Cholera.

Die Epidemie in Hamburg war 1892 nicht viel heftiger als auch in früheren Cholerajahren. Im Jahre 1832 und 1848 starben 10 pro Mille in Hamburg.

1) Zum gegenwärtigen Stand der Cholerafrage, S. 181.

2) Hauptbericht über die Choleraepidemie des Jahres 1854 im Königreiche Bayern. München 1852. Literarisch-artistische Anstalt von Cotta. S. 86.

Cholera in München 1854 (106 715 Einwohner).
„ „ Hamburg 1892 (640 000 Einwohner).

Zeit		München		Hamburg		Zahlen von München mit 6 multiplicirt	
		erkrankt	gestorben	erkrankt	gestorben	erkrankt	gestorben
27.	Juli	—	1	—	—	?	6
30.	»	—	2	—	—	?	12
31.	»	—	3	—	—	?	18
1.	Aug.	3	4	—	—	18	24
2.	»	6	2	—	—	36	12
3.	»	10	5	—	—	60	30
4.	»	17	5	—	—	102	30
5.	»	20	9	—	—	120	54
6.	»	25	13	—	—	150	78
7.	»	34	16	—	—	204	96
8.	»	26	18	—	—	156	108
9.	»	44	27	—	—	264	162
10.	»	41	21	—	—	246	126
11.	»	43	16	—	—	258	96
12.	»	54	31	—	—	324	186
13.	»	55	35	—	—	330	210
14.	»	56	36	—	—	336	216
15.	»	104	32	—	—	624	192
16.	»	106	30	—	—	636	180
17.	»	134	62	—	—	804	372
18.	»	161	69	—	—	966	414
19.	»	127	75	bis z.	20.	762	450
20.	»	187	69	85	36	1122	414
21.	»	179	72	83	22	1074	432
22.	»	216	68	200	70	1296	408
23.	»	205	82	272	111	1230	492
24.	»	179	75	365	114	1074	450
25.	»	115	74	671	192	690	444
26.	»	203	63	995	317	1218	378
27.	»	145	64	1102	455	870	384
28.	»	185	67	1028	428	1110	402
29.	»	154	62	980	393	924	372
30.	»	104	51	1081	484	624	306
31.	»	111	61	857	395	666	366
1	Sept.	138	72	842	394	828	432
2	»	107	76	810	479	642	456
3	»	101	47	780	440	606	282
4.	»	109	48	679	293	654	288
5.	»	112	46	580	282	672	276
6.	»	93	48	490	258	558	288
7.	»	83	44	422	225	498	264
8.	»	63	31	350	157	378	186
9.	»	72	43	402	155	432	258
10.	»	59	36	439	178	354	216
11.	»	44	27	354	150	264	162
12.	»	49	35	384	142	294	210
13.	»	44	25	293	129	264	150

Zeit		München		Hamburg		Zahlen von München mit 6 multiplicirt	
		erkrankt	gestorben	erkrankt	gestorben	erkrankt	gestorben
14.	Sept.	37	28	313	103	222	168
15.	»	31	20	314	141	186	120
16.	»	23	17	397	141	138	102
17.	»	21	30	338	117	126	180
18.	»	21	20	222	110	126	120
19.	»	27	17	234	110	162	102
20.	»	19	18	217	87	114	108
21.	»	36	13	198	79	216	78
22.	»	24	21	172	55	144	126
23.	»	25	12	158	67	150	72
24.	»	10	10	126	39	60	60
25.	»	12	15	95	39	72	90
26.	»	14	6	77	33	84	36
27.	»	15	10	82	33	90	60
28.	»	9	6	75	23	54	36
29.	»	7	6	49	20	42	36
30.	»	7	6	58	16	42	36
1.	Oct.	5	4	36	16	30	24
2	»	4	2	33	9	24	12
3.	»	7	4	39	7	42	24
4.	»	3	4	30	12	18	24
5.	»	9	3	21	6	54	18
6.	»	7	6	20	4	42	36
7.	»	6	2	13	4	36	12
8.	»	4	3	14	4	24	18
9.	»	7	3	11	6	42	18
10.	»	4	3	8	1	24	18
11.	»	8	6	14	1	48	36
12.	»	6	3	8	6	36	18
13.	»	6	3	12	1	36	18
14.	»	7	3	12	6	42	18
15.	»	7	4	6	4	42	24
16.	»	1	3	5	1	6	18
17.	»	5	—	6	2	30	—
18.	»	2	1	3	1	12	6
19.	»	1	—	3	—	6	—
20.	»	1	3	1	3	6	18
21.	»	1	1	3	—	6	6
22.	»	—	—	3	—	—	—
23.	»	4	2	2	2	24	12
24.	»	4	2	—	—	24	12
25.	»	1	—	—	1	6	—
26.	»	2	2	—	—	12	12
27.	»	3	4	—	1	18	24
28.	»	2	4	—	—	12	24
29.	»	5	3	—	—	30	18
	Summe	4583	2231	17972	7610	27493	13386

Um aber die Bewegung der beiden Epidemien 1854 in München und 1892 in Hamburg noch augenfälliger zu machen, habe ich die täglichen Fälle (von München auf 640000 Einwohner berechnet) auf Tafel I graphisch aufgetragen (Erkrankungen roth, Todesfälle schwarz), und bitte das Diagramm zu betrachten.

Man sieht, um wie viel die Epidemie in München verhältnissmässig grösser war, als die in Hamburg; ferner wie sie in München zwar ein paar Wochen früher begann, aber dann ebenso anstieg und fiel wie die Hamburger. Das wird am deutlichsten, wenn man auf Tafel I die Münchener Epidemie bis zum 16. August mit einem Blatte Papier bedeckt und dann die beiden Epidemien vergleichend betrachtet.

Wenn in München die grössere Verbreitung des Cholerakeimes von einem Punkte, vielleicht vom Glaspalaste aus, während der Industrieausstellung über die ganze Stadt ohne Zuhilfenahme des Trinkwassers abgeleitet werden muss, so hat man keinen logischen Grund, die Möglichkeit der kleineren Verbreitung in Hamburg vom Hafen aus zu bezweifeln. Der tägliche Verkehr mit dem Hafen in Hamburg ist jedenfalls ein viel grösserer, als der mit dem Glaspalast 1854 in München gewesen ist. Als Anfangs August 1854 der Ausbruch der Cholera in München bekannt wurde, sank der Besuch des Glaspalastes auf ein Minimum herab: ich überzeugte mich oft persönlich, dass dort nur Aufseher und Beamte zu sehen waren.

Wenn nun in Hamburg 1892 doch Thatsachen gefunden sein sollen, welche auf eine Mitwirkung der Wasserleitung hinweisen, so braucht man noch nicht daran zu denken, dass dieses Wasser dadurch gewirkt habe, dass es getrunken wurde. Reincke führt an, dass eine Caserne und einige geschlossene Anstalten, welche mit anderem Wasser, als dem der Hamburger Wasserkunst versorgt waren, frei geblieben sind, während ihre Umgebung epidemisch ergriffen wurde. Das macht natürlich auf alle Contagionisten und Trinkwassertheoretiker einen grossen Eindruck, aber nicht auf Epidemiologen, welche solche Fälle kennen, ohne dass dabei das Trinkwasser eine Rolle gespielt hat oder gespielt haben

kann. Ein solcher Fall ist z. B. auch die Epidemie vom vorigen Jahre in der französischen Hafenstadt Havre.[1])

Havre wird theils aus der städtischen Wasserleitung St. Laurent, welche etwa 21 000 cbm täglich liefert, theils aus fünf näher gelegenen Quellen versorgt, welche zusammen etwa 2500 cbm liefern. Anfänglich glaubte man auch in Havre, dass eine der fünf kleineren Quellen, welche den nordöstlichen Theil der Stadt versorgen, durch Cholerastühle verunreinigt worden sein könnte, aber gerade dieser Stadttheil ist fast frei geblieben. Das Wasser der Laurent-Leitung wurde ebenso in Stadttheilen getrunken, wo sehr viel Cholera vorkam, als auch in solchen, wo nichts vorkam. In dem armen, schmutzigen und schlecht gebauten District Perrey wird Laurent-Wasser getrunken, kam aber wenig oder keine Cholera vor. In den Districten St. Joseph, François und Notredame, wo auch sehr arme Leute wohnen, gebraucht man Laurent-Wasser und da zeigte sich ein erschreckendes Herrschen der Cholera.

In der Caserne, wo 1200 Soldaten untergebracht sind, und in einem Gefängnisse mit einer Bevölkerung von 500 wird Laurent-Wasser getrunken und da kam nicht ein einziger Cholerafall vor.

Der Berichterstatter des »Lancet« schliesst seine erste Mittheilung mit den Worten: »Unter diesen Umständen kann die Wasserversorgung von Havre als kein Factor der Verbreitung der Choleraepidemie angesehen werden und bald werde ich Gelegenheit haben zu zeigen, dass dieses nicht bloss bei der Cholera, sondern auch bei anderen Krankheiten, namentlich beim Abdominaltyphus der Fall ist.«

Bekanntlich habe auch ich das Wasser der Hamburger Wasserkunst beschuldigt[2]), zur Epidemie von 1892 beigetragen zu haben, aber nicht als Trinkwasser, sondern als Nutzwasser, womit Boden, Hof und Haus in hohem Grade verunreinigt worden sind. Dieses Wasser wird in unfiltrirtem Zustande aus der Elbe

---

1) Lancet. 29. Oktober 1892, S. 1015 und 12. November 1892, S. 1124.
2) Münchener medic. Wochenschrift 1892, Nr. 46.

genommen, an einer Stelle, bis wohin die Fluth das unterhalb Hamburg in den Fluss mündende Sielwasser wieder aufwärts führen kann. Man nimmt an, dass Kommabacillen selbst in einer Verdünnung, dass sie im Wasser nicht zu entdecken waren, den heftigen Ausbruch der Cholera verursacht hätten, während ich der Ansicht bin, dass, wenn auch solche Bacillen im Wasser sind, dieselben in solcher Verdünnung nicht inficirend wirken können, sondern dass sie sich erst am oder im Hause auf irgend einem günstigen Nährboden zu einer infectionstüchtigen Menge vermehren müssen.

Wie in München und in Havre kann der Cholerakeim auch in Hamburg auf anderem Wege als durch die Wasserleitung verbreitet worden sein und das unreine Wasser die Wohnungen, jedenfalls einzelne Theile derselben, mit für den Keim günstigem Nährmaterial imprägnirt haben. Man findet ja hie und da in den Ritzen eines unsauberen Zimmerbodens Schmutz abgelagert, aus welchem Reinculturen von pathogenen Mikroorganismen bei der bacteriologischen Untersuchung hergestellt werden können, z. B. Tetanusbacillen, welche in so grosser Menge auch nicht auf den Boden gelangen, sondern sich da erst weiter entwickeln müssen.[1])

Dass das Hamburger Leitungswasser, wenn es auf einen Boden gegossen wird und beim Verdunsten seine nicht flüchtigen Bestandtheile zurücklässt, einen solchen Nährboden für pathogene Mikroorganismen liefern kann, darf nicht bezweifelt werden. Dieses Wasser ist zeitweise unreiner, als man denken möchte. Ein Hamburger theilt mir mit, »dass die städtische Wasserleitung neben anderen lebenden Geschöpfen unzählige Aale beherberge, die bei hoher Temperatur zu Grunde gingen; er als früherer Hausbesitzer wisse ein Lied davon zu singen, wie oft er den Mechaniker rufen lassen musste, um die durch Aale verstopften Leitungen wieder von diesem Hindernis zu befreien. Ende August des vorigen Jahres sei die Hitze stärker gewesen, als er sie hier je erlebt, und

1) Dr. Heyse. Tetanusbacillen in den Dielenritzen eines Fussbodens. Münchener medic. Wochenschrift 1893, S. 115.

schliesse er, dass in den Leitungsröhren bei solcher Temperatur eine fürchterliche Sterblichkeit geherrscht haben müsse.«

Ich erinnere auch an die in Hamburg erschienene Abhandlung über die Fauna und Flora der dortigen Wasserleitung.

Dass ein solches Wasser in der heissen Jahreszeit eine grosse Dungkraft besitzt, wird kaum zu bestreiten sein, und können immerhin stellenweise Choleraexplosionen eintreten, wenn sich der Cholerakeim und das, was ihn infectionstüchtig und giftig macht, zur Genüge vermehrt hat und die individuelle Disposition der Menschen dazu kommt.

Dass die directe Infection durch Hamburger Trinkwasser, selbst wenn man sie hypothetisch annimmt, nur kurz gedauert habe, gibt auch Reincke (S. 11) zu. Dass andere Factoren viel mächtiger gewirkt haben, geht aus Thatsachen hervor, welche jetzt nach Ablauf der Epidemie in Hamburg erhoben werden.

Sehr lesenswerth ist: »Erster Bericht an E. H. Senat der freien und Hansastadt Hamburg von der Gesundheits-Commission Sct. Georg-Nordertheil, verfasst von J. L. Huber, Ingenieur.« Diese Gesundheits-Commission, welche verschiedene Sachverständige — zusammen eilf, darunter auch zwei Aerzte — zählte, verfolgte alle in diesem Stadttheil gemeldeten Cholerafälle nach verschiedenen Gesichtspunkten.

In Sct. Georg-Nordertheil sind alle Wohnungen oder Wohnkomplexe an die Hamburger Wasserkunst angeschlossen, und fanden andere Wasserversorgungen — mit ganz geringen Ausnahmen — nicht statt. Im Sinne der Trinkwassertheorie hätte somit auch eine gleichmässige Verbreitung der Cholerafälle stattfinden sollen, was aber durchaus nicht zutrifft.

Der Stadttheil zählte 40049 Einwohner, von welchen 1323 (33 ‰) an Cholera erkrankt gemeldet sind. Die Commission hat die Einwohner nach Familien oder Haushaltungen abgetheilt und gibt 9287 Familien an. Von diesen 9287 Familien hatten nur 988 Cholerafälle, blieben demnach 8299, nahezu 90%, frei.

Wenn man die Hamburger Cholera als durch Trinkwasser übertragene contagiöse Krankheit auffasst, sollte man denken, dass mindestens in den ergriffenen Familien die Cholerafälle sich

gehäuft haben müssen, und dass nur selten einzeln gebliebene Fälle in den Familien vorkamen — aber gerade das Gegentheil war der Fall.

774	Familien	hatten	je	1	Fall	= 774
137	„	„	„	2	Fälle	= 274
45	„	„	„	3	„	= 135
22	„	„	„	4	„	= 88
8	„	„	„	5	„	= 40
2	„	„	„	6	„	= 12
988	„					1323

Es ist möglich, dass sich die Zahlen bei weiterer Untersuchung, wie sie von Reincke und Gaffky in Aussicht gestellt wird, noch etwas ändern können, aber viel anders werden sie nicht werden; die Einzelerkrankung in Familie oder Haushaltung wird immer weitaus die Mehrzahl bilden.

Von den 1323 gemeldeten Cholerakranken wurden 804 (ca. 60 %) im Hause behandelt, und 519 (ca. 40 %) in Krankenhäusern. Ein auffallender Unterschied ist in der Mortalität, je nachdem die Kranken in ihren Wohnungen verblieben, oder in ein Krankenhans verbracht worden sind. Von den 804 im Hause behandelten Cholerakranken starben 258 (= 32,09 %), von den 519 in Krankenhäuser transportirten 236 (= 45,50 %).

Man kann nicht annehmen, dass die höhere Sterblichkeit in den Spitälern davon herrühre, dass dahin nur die schweren Fälle geschafft worden seien; denn bei dem rigorosen Vorgehen in Hamburg wurde auch, wer nur choleraverdächtig war, in's Krankenhaus gebracht. In sämmtlichen Krankenhäusern Hamburgs betrug nach Angabe der Commission die Sterblichkeit der Cholerakranken durchschnittlich 50 %. Gegenüber diesem ziemlich gleichmässigen Ablauf der Krankheit in allen Spitälern findet die Commission in Betreff der St. Georger Cholerakranken auch einen auffallenden Unterschied zu Ungunsten eines weiten Transportes zum Krankenhause. Von den transportirten kam der grössere Theil in das nahe gelegene alte Krankenhaus, der kleinere in das viel entfernter liegende neue Krankenhaus nach Eppendorf. Von den 73 nach Eppendorf transportirten Kranken starben 45

(= 61,6 %), von den 409 Kranken, welche in's alte Krankenhaus kamen, starben 175 (= 42,7 %). »Mithin wächst also die Gefahr für die Cholerakranken mit der Länge des Weges zum Krankenhause. Am besten stehen sie sich, wenn sie daheim verpflegt werden können.«

Die Commission von St. Georg-Nordertheil sucht den epidemiologischen Schwerpunkt nicht im Trinkwasser, sondern in örtlichen und baulichen Verhältnissen, im Mangel an Luft und Licht, in Feuchtigkeit und Unreinlichkeit der Wohnungen, wofür schlagende Beispiele nebst dazu gehörigen Hausplänen mitgetheilt werden. Der Schlussantrag der Commission lautet wörtlich: »E. H. Senat wolle mit aller Kraft dafür Sorge tragen, dass ohne Zeitverlust geeignete Bau- und Wohnungsgesetze erlassen werden, durch welche die jetzige Boden- und Wohnungsausbeutung beseitigt wird, sowie veranlassen, dass geeignete, schnelle und billige Verkehrsmittel geschaffen werden, durch welche eine Ausdehnung des gesammten Wohngebietes und dadurch Entlastung der Stadt von der zu dichten Bewohnung ermöglicht und befördert wird.«

In jüngster Zeit ist ein weiterer Bericht: »Bericht der Gesundheits-Commission für den Bezirk Uhlenhorst über ihre Thätigkeit während der Cholera-Epidemie 1892 an E. H. Senat der freien und Hansastadt Hamburg, verfasst von Dr. philos. Max Albrecht« erschienen. Diese Commission stellt sich allerdings theoretisch ganz auf den contagionistischen Standpunkt und auf die Trinkwassertheorie, bestätigt aber nur die Schlussfolgerungen der Commission von St. Georg-Nordertheil, wenn sie sagt: »Die Commission ist zu der Ueberzeugung gelangt, dass die Mauerfeuchtigkeit die Hauptschuld an den grossen Sterblichkeitsziffern in diesen Neubauten trug, und bedauert daher schmerzlich, keine Handhabe besessen zu haben, die Räumung besonders nasser Wohnungen, ohne Entschädigung für den Hauswirth, veranlassen zu können.« Das gleiche besagt ein weiterer Bericht der Gesundheits-Commission Harvestehude.

Diese drei Commissionen finden trotz verschiedener theoretischer Anschauung für die Frequenz, für das epidemiologische

Verhalten der Cholera nur localistische Ursachen. Die Berichte sollten von allen Contagionisten gelesen werden.

Es bestehen aber noch viele andere epidemiologische Thatsachen, welche der contagionistischen Choleratheorie und der landläufigen Trinkwassertheorie auf das bestimmteste widersprechen. Es gibt ganze choleraimmune Orte und in für Cholera empfänglichen Orten immune Ortstheile, deren Immunität nicht mit Trinkwasser, Desinfection oder Isolirung der Kranken erklärt werden kann.[1])

Zu den von Natur aus immunen Orten und Gegenden gesellen sich die durch Sanitätswerke künstlich immunisirten. Auch bei diesen liegt der epidemiologische Schwerpunkt nicht in der Wasserversorgung oder in der Verkehrsbeschränkung.[2])

Nach den immunen und immunisirten Orten wird der Cholerakeim und Cholerakranke ebenso gebracht, wie nach den für Choleraepidemien empfänglichen. Warum da die Cholera sich epidemisch entwickelt und dort nicht, muss örtliche Gründe haben.[3])

Die Contagionisten haben zur Erklärung der epidemiologisch feststehenden Thatsache der Ortsimmunität nur die Trinkwassertheorie, welche sie allerdings nie im Stiche lässt; denn bricht keine Epidemie aus, dann ist eben kein Kommabacillus in die Wasserleitung oder in die Brunnen gelangt, und bricht eine aus, so ist halt der Bacillus doch hineingelangt, wenn man ihn darin auch nicht gefunden hat.

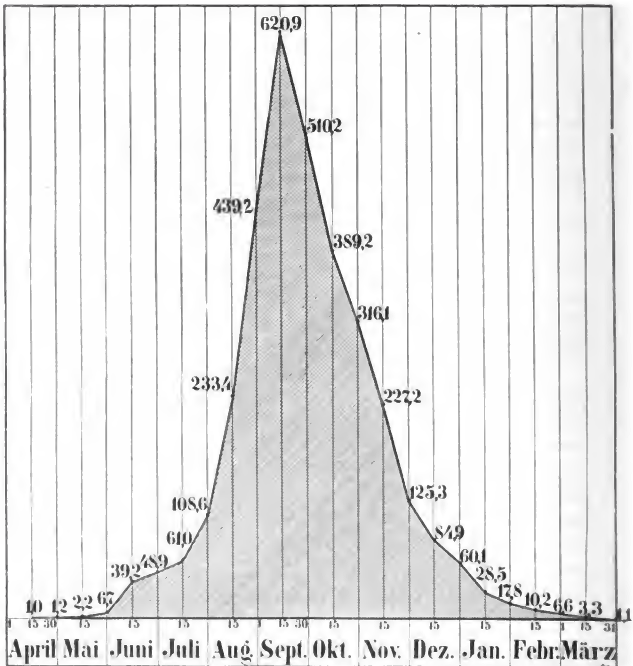
Aber nicht bloss die Abhängigkeit der Choleraepidemien vom Orte, sondern noch viel deutlicher ihre Abhängigkeit von der Zeit spricht gegen die contagionistische Anschauung und gegen die Trinkwassertheorie. Eines der schlagendsten Beispiele ist das

1) Ich verweise auf das, was ich in meinem Cholerabuche über die Immunität von Lyon (S. 223) gesagt habe.

2) Ich verweise auf das, was ich in meinem Cholerabuche über das Fort William bei Calcutta und über die Grube in Haidhausen bei München (S. 718 und 722) gesagt habe.

3) Wer sich näher dafür interessirt, was nach meiner Ansicht zur örtlichen Disposition für Cholera beiträgt, den verweise ich auf mein Cholerabuch von S. 257 bis 371.

Cholerafrequenz in Preussen von 1848—1849 nach Halbmonaten.



Vorkommen von Cholerafällen von 1848 bis 1859 im grössten Theile von Norddeutschland, im Königreiche Preussen, welches damals, als man wohl schon die Cholera, aber noch nicht den Kommabacillus und die dagegen wirksamen Desinfectionsmittel kannte, zwölf Jahre hintereinander asiatische Cholera bald in der

einen, bald in der anderen Provinz hatte. Der geheime Registrator im Ministerium zu Berlin H. Brauser hat sämmtliche im ganzen Königreiche Preussen während dieser Zeit gemeldeten Erkrankungen und Todesfälle nach der Jahreszeit, nach Halbmonaten zusammengestellt, veröffentlicht.

Auch die Stadt Hamburg hatte in dieser Zeit zehn Cholerajahre, aber von sehr verschiedener Frequenz, im Jahre 1848 1674 Todesfälle, 1856 nur 67, aber 1859 wieder 1109.

Während dieser zwölf Cholerajahre kamen in Preussen 312036 Erkrankungen und 167159 Todesfälle zur Anzeige. Die Zahlen sind gross genug, um Zufälligkeiten, wie einzelne falsche Diagnosen, unterlassene Anzeigen u. s. w. als bedeutungslos erscheinen zu lassen. Cholerafälle kamen in jedem Halbmonate vor, die wenigsten in der ersten Hälfte des April. Der specifische Cholerakeim, wir sagen jetzt der Kommabacillus, sowie disponirte Menschen waren immer zugegen, aber wie ungleich ist die Häufigkeit der Cholerafälle zu verschiedenen Zeiten gewesen! In der ersten Hälfte der 12 Aprilmonate kamen 71 Erkrankungen und 50 Todesfälle zur Meldung, in der ersten Hälfte der 12 Septembermonate 57395 Erkrankungen und 31048 Todesfälle, also im September 620mal mehr Todesfälle als im April. (Tabelle S. 108.)

Um die zeitliche Bewegung der Cholera in Norddeutschland noch augenfälliger zu machen, habe ich das Verhältnis der Todesfälle nach Halbmonaten in der Figur S. 106 auch noch graphisch dargestellt, deren Anblick sofort die Aehnlichkeit mit dem vorjährigen Verlauf der Cholera in Hamburg, den steilen Anstieg, und den langsameren Ablauf der Epidemie verräth.

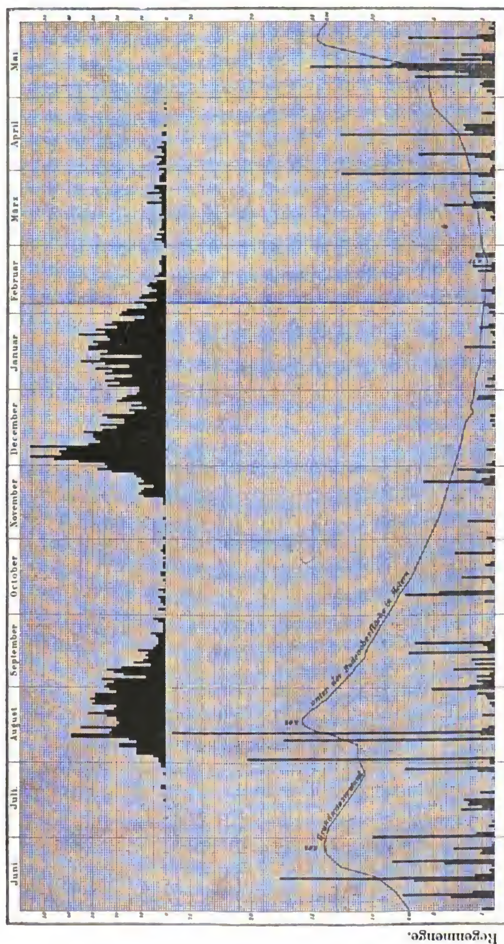
Wer die umstehende Tabelle und die graphische Kurve, welche eine von jeder Theorie unabhängige epidemiologische Thatsache darstellt, betrachtet, muss überrascht sein von dem Ansteigen der Fälle vom Minimum im April bis zum Maximum im September, und dann von dem ebenso gleichmässigen Abfall wieder bis zum März. Die zweite Hälfte des März hat wieder fast die nämlichen Zahlen wie die erste Hälfte des April, 74 Erkrankungen und 55 Todesfälle gegenüber 71 und 50.

Cholera in Preussen in den Jahren 1848—1859.

	Erkrankungen	Todesfälle	Verhältnis d. Todesfälle
Vom 1.—15. April	71	50	1,0
» 16.—30. »	110	62	1,2
» 1.—15. Mai	192	112	2,2
» 16.—31. »	650	334	6,7
» 1.—15. Juni	3 819	1 961	39,2
» 16.—30. »	4 894	2 430	48,9
» 1.—15. Juli	6 106	3 050	61,0
» 16.—31. »	10 866	5 430	108,6
» 1.—15. August	21 870	11 674	233,4
» 16.—31. »	41 758	21 966	439,2
» 1.—15. September	57 395	31 048	620,9
» 16.—30. »	45 415	25 513	510,2
» 1.—15. October	35 874	19 462	389,2
» 16.—31. »	29 903	15 809	316,1
» 1.—15. November	21 215	11 363	227,2
» 16.—30. »	11 621	6 267	125,3
» 1.—15. December	8 100	4 246	84,9
» 16.—31. »	5 665	3 008	60,1
» 1.—15. Januar	2 857	1 424	28,5
» 16.—31. »	1 719	893	17,8
» 1.—15. Februar	909	510	10,2
» 16.—28. »	687	332	6,6
» 1.—15. März	266	159	3,3
» 16.—31. »	74	55	1,1
Summe	312 036	167 159	

In diesen Zahlen spricht sich für jeden naturwissenschaftlich Gebildeten ein Gesetz aus, welches deutlich sagt, dass man die Frequenz, den epidemischen Charakter der Cholera unmöglich von der Gegenwart oder von der Abwesenheit des Kommabacillus allein ableiten kann, weil dieser ja in Preussen von 1848 bis 1859 zu jeder Zeit zugegen war, die Cholera aber bald sehr epidemisch, bald nur sehr sporadisch sich zeigte.

Das nämliche zeigt sich im zeitlichen Verlauf einzelner Epidemien in anderen Orten. Ein sehr lehrreiches Beispiel dieser Art ist der Verlauf der Cholera von 1873/74 in München, worauf ich zwar schon öfter hingewiesen habe, das ich aber hier wiederhole.



Cholerafälle, Grundwasserstand und Regenmenge von Juni 1873 bis Mai 1874 in München.

weil sich noch kein Bacteriologe daran gewagt hat, die Thatsache mit Hilfe des Kommabacillus zu erklären.

Auf der vorstehenden Figur sind die täglich gemeldeten Choleraerkrankungen und der Gang der Epidemie leicht ersichtlich; sie ist eine verkleinerte Nachbildung der graphischen Darstellung von Wolffhügel in meinem Cholerabuche.[1]) Wer die einzelnen Zahlen genauer prüfen will, den verweise ich auf Dr. Frank's »die Choleraepidemie in München in dem Jahre 1873/74. Nach amtlichen Quellen dargestellt.« Die blosse Betrachtung des graphischen Bildes genügt übrigens vollständig, um sich ein Urtheil über den merkwürdigen zeitlichen Verlauf dieser Epidemie zu bilden.

Man sieht, schon Ende Juni und Mitte Juli wird je 1 Fall gemeldet. Beide waren aus Wien zugereist, wo die Epidemie bereits herrschte. Beide waren in Münchener Gasthäusern in der Nähe des Bahnhofes abgestiegen, wurden von da in's Krankenhaus links der Isar gebracht und da isolirt. Der eine starb, der andere genas. Weder in den beiden Gasthöfen noch im Krankenhause folgte diesen Einschleppungen ein weiterer Fall aus München. Die ersten aus München stammenden 10 Fälle, von welchen 8 tödtlich endeten, kamen vom 20. bis 31. Juli zerstreut in verschiedenen Stadttheilen vor, ohne den geringsten persönlichen oder örtlichen Zusammenhang unter sich zu verrathen[2]), ein Zeichen, dass der Cholerakeim schon ohne Mithilfe der beiden aus Wien gekommenen Kranken (am 24. Juni und 16. Juli) über die Stadt ausgestreut worden sein musste; dass der Keim oft lange latent in einem Orte liegen kann, darüber werde ich später sprechen. Ende Juli 1873 begann aber sichtlich eine epidemische Entwicklung, genau zur selben Zeit, wie im Jahre 1854, wo München so schwer, verhältnismässig viel schwerer als die Stadt Hamburg im Jahre 1892 heimgesucht wurde.

Man erwartete nun in München das gleiche Schicksal, wie im Jahre 1854, aber wenn man Figur S. 109 und Tafel I miteinander

1) Siehe S. 422.

2) Mein Cholerabuch S. 649.

vergleicht, findet man trotz der Gleichheit von Ort und Zeit ganz gewaltige Unterschiede im Verlauf der beiden Epidemien. Die Sommerepidemie von 1873 kommt schon vor Mitte August merkwürdiger Weise wieder in's Stocken und scheint bis Ende September dem gänzlichen Erlöschen nahe.

Schon zu dieser Zeit glaubte man ein Recht zu haben, die Cholera in München als Epidemie als erloschen erklären zu dürfen. Ich hatte aber noch gewisse Bedenken nach zwei Richtungen hin.

Ende September endigten die Schulferien, welche anfangs August begonnen und zahlreiche Familien zur Choleraflucht auf's Land und in's Gebirge veranlasst hatten. Diese Flüchtlinge kehrten nun undurchseucht in die Stadt zurück, und nach der herrschenden Anschauung musste man abwarten, ob unter ihnen die Epidemie nicht wieder neu auflebe.[1])

Dann war damals der Wohnungswechsel, der in München halbjährig (Ende April Ziel Georgi und Ende September Ziel Michaeli) stattfindet.[2]) Es wechselten binnen einer Woche nach auf der Polizei erstatteter Anzeige über 5000 Miethparteien ihre Wohnungen. Eine Partei nur zu 3 Personen gerechnet, entspricht dieser Wohnungswechsel einer Durcheinanderbewegung der Bevölkerung Münchens, damals etwa 180000, von mindestens 15000 Personen.

Man überlegte sich es in der That ganz ernstlich, ob man nicht im Interesse der öffentlichen Gesundheit das Recht und die Pflicht hätte, für diesmal den Wohnungswechsel zu sistiren und auf eine Zeit zu verschieben, wo die Cholera ganz erloschen wäre; denn es zogen Leute aus Häusern, welche an der Sommercholera theilgenommen hatten, wo die Krankheit unter den Bewohnern möglicher Weise nur wegen Mangels an disponirten Personen sich nicht mehr zeigte, in Häuser, welche bis dahin ganz frei geblieben waren, und die Umziehenden konnten den dort wohnen Bleibenden, welche noch nicht durchseucht waren, die Krankheit einschleppen; — und dann zogen aus bis dahin

1) Mein Cholerabuch S. 686.
2) Dasselbe S. 490.

frei gebliebenen Stadttheilen und Häusern viele Leute in Choleraquartiere, wo sie gleich heimkehrenden Cholerafüchtlingen ergriffen werden konnten, wenn auch im Hause wegen Mangels an disponirten Personen, wegen erfolgter Durchseuchung schon seit Wochen kein Fall mehr vorgekommen war.

Aber die Schwierigkeiten einer solchen Sperrmaassregel zeigten sich so gross, dass man der Sache doch ihren gewöhnlichen Lauf lassen musste.

Wenn man nun frägt, was das Resultat dieses kühnen epidemiologischen Experimentes war, so findet man die sprechende Antwort auf der graphischen Wolffhügel'schen Tafel, Figur S. 109.

Trotz Rückkehr zahlreicher Cholerafüchtlinge, trotz des Wohnungswechsels Ende September lebte die Epidemie im Laufe des Monats October nicht neu auf, zettelte sich nur in einzelnen Fällen fort, manche Tage waren ganz frei, obschon stets alle, auch leichte Fälle, verdächtige Diarrhöen als Cholerafälle verzeichnet sind.

Da nun in der ersten Hälfte des November, wo bereits Frostwetter eingetreten war, fast gar kein Fall mehr zur Meldung kam, glaubte ich meine Besorgnisse fahren lassen zu müssen und stimmte am 15. November dem vom Gesundheitsrathe der Stadt München einstimmig gefassten Beschlusse zu, dass nun endlich die Epidemie als erloschen zu erklären sei.

Wie voreilig dieser Beschluss war, zeigte der weitere Verlauf. Schon am 16. November kamen neue Meldungen, deren Zahl bis zum 4. December auf eine Tageshöhe von 56 stieg, während im warmen August die höchste Tageszahl nur 38 war.

August und September sind ja sonst die günstigsten Monate für das Gedeihen der Cholera bei uns. Dass sich die Cholera 1873 in München ganz anders entwickelte als im Jahre 1854 und 1892 in Hamburg, kann nicht von Gegenwart oder Abwesenheit des Cholerakeimes oder des Kommabacillus abgeleitet werden, auch nicht von der individuellen Disposition, sondern muss von einem zeitlichen Factor herrühren, den ich als örtlich-zeitliche Disposition bezeichnet habe, worüber ich mein Cholerabuch von Seite 371 bis 468 nachzulesen bitte.

Die ganz abnorm hohen, auf Figur S. 18 ersichtlichen Regenmengen im August 1873 zu München, wo die Cholera bereits ausgebrochen und München bereits ein Choleraboden war, haben ebenso gewirkt, wie die Monsuns in Calcutta, welche die Cholerafrequenz alljährlich herabdrücken, so dass sich dort die Cholerakurve gerade umgekehrt mit der Regenkurve bewegt.[1]) Wenn Hamburg 1892 anstatt der grossen Trockenheit und Hitze so viel Regen wie München im August 1873 gehabt hätte, wäre die Epidemie auch ganz anders verlaufen, als sie verlaufen ist, oder wäre ganz ausgeblieben, ähnlich wie 1873 in Augsburg.[2])

Das Cholerajahr 1873/74 von München zeigt deutlich 3 epidemische Erhebungen, im August, im December und im Januar, was sowohl zeitliche als auch örtliche Ursachen hatte. München liegt auf drei von der Isar ansteigenden Terrassen. In sämmtlichen drei Epidemien, welche München bisher gehabt hat, begann die Cholera stets im Nordosten auf der mittleren Terrasse sich epidemisch zu entwickeln und die unterste Terrasse erst später zu befallen, obschon da auch vorher einige sporadische Fälle vorkamen.[3]) So war es auch im Jahre 1873. Die Sommerepidemie beschränkte sich ganz wesentlich auf die mittlere und obere Terrasse.[4])

Als die Sommerepidemie in ihrer Entwickelung durch die abnormen Augustregen gestört wurde, konnte man von einer Epidemie auf der unteren Terrasse noch nicht reden, obschon der eigentliche Cholerakeim sich auch da bereits befand. Erst nachdem wieder abnorme und langdauernde Trockenheit eingetreten war, brach auch auf der unteren Terrasse die Krankheit epidemisch aus und holte im Winter reichlich nach, was sie im Sommer versäumt hatte. Die zweite Spitze des Verlaufes im December rührt nur von Häufung der Fälle auf der unteren Terrasse her.

---

1) Siehe mein Cholerabuch S. 393.
2) Mein Cholerabuch S. 437.
3) a. a. O. 426.
4) a. a. O. 425.

Gegen Ende December sinkt die Epidemie wieder sichtlich herab, erhebt sich aber im Januar 1874 wieder, wenn auch nicht mehr zu der Höhe, welche sie im December und August erreicht hatte. Diese dritte Erhebung rührt von dem Wiederaufleben der Cholera auf der oberen und namentlich auf der mittleren Terrasse her, wo der Choleraprocess durch die Augustregen zwar sehr gestört worden, aber doch noch nicht ganz abgelaufen war.

Die Wirkung des Regens auf den Münchener Boden spricht sich am deutlichsten in der auf Figur S. 109 ersichtlichen Bewegung des Grundwassers aus. Erst im April 1874, wo in Folge reichlicherer Niederschläge das Grundwasser wieder zu steigen beginnt, erfolgt das völlige Erlöschen der Epidemie.

Diese sicher constatirten epidemiologischen Thatsachen sind weder durch die bekannten Eigenschaften des Kommabacillus, noch durch einen entsprechenden Wechsel der individuellen Disposition, noch durch Trinkwasser zu erklären. Ich glaube daher in meinem Cholerabuche Seite 429 mit Recht gesagt zu haben: »Die höchst merkwürdige Zweitheilung der Epidemie von 1873/74 in München in eine sichtlich abgegliederte Sommer- und Winterepidemie ist und bleibt eine Thatsache, an welcher sich jede Theorie zu versuchen hat, wenn sie überhaupt Anspruch auf Berechtigung machen will; aber die contagionistische und die Trinkwassertheorie zerschellen jämmerlich an diesem Felsen.«

Dass man mit der Trinkwassertheorie nicht ausreicht, geht auch aus dem von Brauser dargestellten epidemischen Verhalten der Cholera in Norddeutschland unzweideutig hervor (Figur S. 106), wo man die Krankheit von einem Minimum 1 im April bis zu einem Maximum 620 im September ansteigen und ebenso wieder bis zum März sinken sieht. Der Kommabacillus ist immer da, ebenso auch die empfänglichen Menschen Aus Brunnen und Wasserleitungen wird Sommer und Winter hindurch Wasser entnommen, im April nicht viel weniger als im September. Der Kommabacillus, welcher in jeder Jahreszeit zugegen ist, kann auch jeder Zeit in's Wasser gelangen, er geht ja selbst im Winter im Eise, wie zu Nietleben gezeigt wurde, nicht zu Grunde; aber

trotzdem zeigt sich dieser kolossale Unterschied in der Häufigkeit der Cholerafälle zu verschiedenen Zeiten.

Auch mit dem sog. Verseuchtsein des Flusswassers, wovon in jüngster Zeit so viel geredet worden ist, und auf welches Gerede so schwer wiegende und kostspielige Maassregeln gegründet worden sind, ist es nicht weit her. Es ist eine alte epidemiologische Erfahrung. dass sich Choleraepidemien mit Vorliebe in Orten längs einzelner Flussthäler [1]) zeigen. Schon im Jahre 1854, als die grosse Epidemie in Bayern herrschte, überraschte es mich in hohem Grade, dass ich Gruppen von Ortsepidemien immer nur in Flussthälern zusammengedrängt fand, während zahlreiche Ortschaften rechts und links von den Flussthälern ganz frei geblieben waren, obschon der Verkehr auf Landstrassen und Eisenbahnen quer durchging.

Da ich auch damals schon hypothetisch einen durch den menschlichen Verkehr verbreitbaren specifischen Infectionskeim annahm, den ich als eine noch unbekannte Grösse mit x bezeichnete, so war es auch mir gar nicht unwahrscheinlich, dass dieser in fliessendes Wasser gelangen und seinem Laufe folgen könnte. Das musste sich aber in den epidemiologischen Thatsachen aussprechen. Ich untersuchte deshalb das örtliche und zeitliche Auftreten der Cholera längs zahlreicher Flussthäler. Das Resultat war jedoch ein ganz negatives. Es zeigte sich nicht nur, dass die Cholera zeitlich sich ebenso oft flussaufwärts, wie flussabwärts verbreitete, gleichviel ob in den Thälern schiffbare Flüsse oder nur kleine Bäche waren, und dass auch flussabwärts die Cholera plötzlich wieder aufhörte, wenn sich die Bodenbeschaffenheit der Ufer änderte. Wir hatten an der Donau epidemisch ergriffene Orte nur von Donauwörth bis Regensburg, und auch da mit auffallenden Ausnahmen. Ingolstadt hatte eine heftige Epidemie, während Neuburg an der Donau, welches hoch und theilweise auf Felsen liegt, verschont blieb. Von Regensburg abwärts liegen die Städte Deggendorf, Straubing, Passau und Linz an den Donauufern und blieben trotz aus München eingeschleppten Fällen frei

1) Ich habe darüber eingehend in meinem Cholerabuche S. 215, 287 und 578 berichtet.

von epidemischer Cholera. An der Isar ging die Cholera nur von München bis Landshut.

Flusswasser und Trinkwasser scheint ein sehr schlechter Nährboden für den Kommabacillus zu sein, denn er geht darin, wenn das Wasser nicht sterilisirt wird und die darin lebenden Wasserbacterien nicht getödtet werden, rasch zu Grunde. Wenn man daher auch in einem Trink- oder Flusswasser hie und da Kommabacillen nachweisen kann, so darf man nicht schliessen, dass sie darin gewachsen sind, sondern man muss schliessen, dass sie vom Lande aus hineingelangt und im Wasser nur noch nicht zu Grunde gegangen sind.

Dr. Aufrecht glaubt zwar [1]), dass der vermehrte Gehalt des Elbwassers an Kochsalz u. s. w. bei der Cholera 1892 in Hamburg mitgewirkt habe, und beruft sich auf den Verlauf zweier Epidemien in Magdeburg, wo im Jahre 1866 nur 279 (4,45 ‰) an Cholera starben, während im Jahre 1873, wo bereits die Kaliwerke von Stassfurt etc. ihre Abgänge in die Elbe leiteten, 1393 (19,95 ‰) gestorben seien. Magdeburg war 1866 und 1873, aber auch schon vorher mit unfiltrirtem Elbwasser versorgt. Aufrecht hat nicht bedacht, dass schon lange vor 1866, im Jahre 1850, die Cholera in Magdeburg viel heftiger als im Jahre 1873 aufgetreten ist. Im Jahre 1850 starben im Regierungsbezirk Magdeburg 7453 Personen an Cholera, wovon der grössere Theil auf die Stadt Magdeburg trifft. [2])

Wie in Hamburg die Choleraepidemien im Hafen, so beginnen sie in Berlin stets auf Spreekähnen, und nicht etwa weil der Infectionsstoff in der Spree wächst, was nicht nachgewiesen ist, sondern an den Spreeufern je nach ihrer örtlichen und zeitlichen Beschaffenheit.

Wenn der Cholerakeim infectionstüchtig im Wasser weiter schwimmen könnte, so könnten von einem Choleraorte flussabwärts gelegene Orte nicht oft so auffallend verschont bleiben, wie es an der Donau und an der Isar beobachtet worden ist. Als

1) Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde. Bd. XIII, S. 353.
2) H. Brauser. Statistische Mittheilungen Tafel F.

ich in München im vorigen Herbste an mir selbst das Cholera-experiment mit Einnahme von Kommabacillen machte, gingen meine Darmentleerungen, welche Myriaden von Kommabacillen enthielten, ohne Zusatz einer Spur von Desinfectionsmitteln durch einen rasch fliessenden Stadtbach in die Isar. Die von mir und Emmerich eingenommenen, aus Hamburg stammenden Kommabacillen waren vollvirulent, wie Versuche an Thieren, welche Prof. Gruber in Wien [1]) angestellt hat, nachgewiesen haben. Trotzdem zeigte sich in den Isar abwärts gelegenen Orten keine Cholera, auch nicht an der Donau, in welche die Isar mündet, bis Budapest hinab, wo allerdings die Cholera 1892 epidemisch ausbrach, aber glücklicher Weise für mich schon früher, ehe ich in München meine Stühle dem Laufe der Isar übergab.

So sehr die epidemiologischen Thatsachen dafür sprechen, dass der menschliche Verkehr von Choleraorten aus einen specifischen Infectionsstoff, ein x, das man jetzt Kommabacillus nennt, verbreitet, so dunkel ist noch die Art der Verbreitung. Es ist auch noch nicht mit aller Bestimmtheit anzunehmen, dass der Koch'sche Bacillus die einzige Form sei, unter welcher der Infectionskeim weiter verbreitet wird; es kommen zur Zeit einer Choleraepidemie so viele Cholerafälle vor, bei welchen man keinen Kommabacillus findet, und die man dann als Cholera nostras erklärt, obwohl sie ebenso tödtlich verlaufen, wie Cholera asiatica.

Den Cholera-Epidemien in einem Orte gehen sehr häufig massenhafte Diarrhöen voraus, bei welchen man keinen Kommabacillus findet, plötzlich erscheint dann dieser, ohne im geringsten nachweisen zu können, wann und durch wen er gekommen ist. Ein solcher Fall ist der in der Irrenanstalt Nietleben bei Halle im Januar 1893 gewesen. Schon im September 1892 herrschten in der Anstalt massenhafte Diarrhöen und Brechdurchfälle, an einem einzigen Tage kamen 54 vor. Man leitete sie vom Trinkwasser ab und liess vom October ab das der Saale entnommene Wasser nur gekocht geniessen. Trotzdem brach am 14. Januar 1893 die mörderische Epidemie von Cholera asiatica in der Anstalt

1) Wiener klin. Wochenschrift 1893. S. 687.

aus, ohne dass man auch nur entfernt nachweisen kann, wer den Kommabacillus dahin oder in die Wasserleitung der Anstalt gebracht hat.

Die Contagionisten glauben wenigstens auf jene Fälle der Weiterverbreitung sich berufen zu können, wo in einem bisher ganz cholerafreien Orte ein Cholerakranker ankommt, an dessen Ankunft sich unmittelbar Fälle im Orte anschliessen, und zwar nur von Personen, welche mit dem Kranken oder dem, was er mitgebracht oder am Leibe trug, in unmittelbare Berührung gekommen sind. Eine genauere Untersuchung ergibt aber, dass auch diese Fälle viel richtiger localistisch als contagionistisch zu erklären sind.[1]) Die Contagionisten nehmen den Cholerakranken, die Localisten das, was von der Choleralocalität ausgeht, als inficirend an. Das Verhalten der Aerzte und Wärter von Cholerakranken weist unzweideutig darauf hin, dass von den Kranken in der Regel keine Ansteckung ausgeht; die Contagionisten müssen sich demnach für ihre Erklärung mit der Ausnahme von der Regel begnügen.

Die Localisten hingegen wissen, dass die Infection nicht vom Kranken als solchem, sondern vom Choleraorte ausgeht, woher der Kranke kommt, dass diese verschleppten Fälle in für Cholera zeitlich nicht disponirten Orten in der Regel ganz sporadisch bleiben und einzelne Infectionen nur da erfolgen, wo der von auswärts gekommene Kranke ausser seinem Kommabacillus auch noch etwas anderes und so viel vom Choleraorte mitgebracht hat, dass es noch zur Infection einer oder einiger Personen hinreicht, die aber dann nicht weiter inficirend wirken, obschon auch sie massenhaft Kommabacillen ausscheiden.

So war es auch bei der vorjährigen Epidemie in Hamburg, wo von Hamburg aus erst Verschleppungen erfolgten, nachdem Hamburg eine Choleralocalität geworden war.

Ein von München 1854 nach dem immunen Stuttgart gelangter Cholerakranker steckte drei Stuttgarter an. — Wenn ein Fall drei machen kann, so sollten nach dem Einmaleins drei neun machen.

1) Mein Cholerabuch S. 444.

Die drei Stuttgarter hatten auch ihre Ausleerungen, wurden auch gepflegt wie der Münchner, und würde ihre Wäsche ebenso gewaschen — aber es knüpften sich keine weiteren Infectionen daran; nur der von München gekommene Fall war so giftig.

So etwas Inficirendes aus einem Choleraorte heftet sich hie und da an einen abreisenden Cholerakranken, es kann sich aber ebenso auch hie und da an einen Gesunden heften.

Wie nach Stuttgart ein Kranker, reiste aus München ein Gesunder nach dem immunen Dorfe Hausen bei Schweinfurt. Es erkrankten dort in einer Familie, mit welcher er verkehrte, binnen einer Woche neun Personen, von welchen sechs an Cholera starben. Der Reisende selbst und die übrigen 300 Einwohner des Dorfes blieben ganz gesund. Der Reisende kam aus einem Hause in München, wo seine Mutter an Cholera gestorben war, woher er Münchener Infectionsstoff mitbrachte.

Der Cholerakeim war nach Ansicht der Contagionisten gewiss zur Genüge in Hausen eingeschleppt; warum der Ort nicht epidemisch ergriffen wurde, muss örtliche oder zeitliche Gründe gehabt haben.

Die Contagionisten pflegen sich darüber gar keine Gedanken zu machen, weshalb manche Orte und ganze Gegenden nicht epidemisch ergriffen werden, trotzdem einzelne sporadische Fälle vorkommen, und wo Epidemien ausbrechen, da nehmen sie an, dass der Keim dazu unmittelbar zuvor erst eingeschleppt worden sein müsste. Es gibt aber sowohl in Indien, in dem Heimathsitze der Cholera, als auch bei uns in Europa epidemiologische Thatsachen genug, welche uns zu dem Schlusse nöthigen, dass der durch den menschlichen Verkehr verbreitbare specifische Keim oft lange ruhend, ohne epidemisch zu wirken, in einem Orte liegen kann, ehe ein epidemischer Ausbruch erfolgt. Es gibt selbst im endemischen Cholerabezirke Indiens Zeiten, wo die Cholerafrequenz auf ein Minimum herabsinkt, und viele Orte, welche zu diesen Zeiten keinen einzigen Fall haben, so dass man die Cholera als erloschen ansehen kann, — darnach aber tauchen wieder mehrere Fälle auf, die sich zu Ortsepidemien steigern.

Bei uns kommen Vorläufer und Nachläufer von epidemischen Ausbrüchen vor, deren Zusammenhang mit im Orte vorausgegangenen Cholerafällen unerfindlich ist.[1]) Im Jahre 1883 herrschte eine heftige Epidemie in Aegypten und blieben die Städte an den europäischen Ufern des Mittelmeeres frei — man sagt wegen der gut durchgeführten Quarantänemaassregeln. Im Jahre 1884 aber, wo die Epidemie in Aegypten völlig erloschen war, brachen Choleraepidemien fast gleichzeitig in Toulon und Marseille, dann in Genua und Neapel trotz aller Quarantänen und Militärcordone aus. — In der Stadt Essen herrschte 1866 die Cholera und blieb das nur eine halbe Stunde entfernte Dorf Rellinghausen frei. Im Sommer 1868, als die Cholera aus ganz Europa verschwunden war, brachen in Rellinghausen und einigen andern Orten der Rheinprovinz und Westfalens Choleraepidemien aus.[2])

Wenn in einer Choleragegend und zur Cholerazeit die Krankheit sich zuerst im Orte a und darnach in den Orten b, c, d u. s. w. zeigt, braucht man nicht anzunehmen, dass der Cholerakeim zunächst und zuerst nach dem Orte a und dann erst von da nach den übrigen gebracht worden sei, sondern man kann annehmen, dass er gleichzeitig ausgestreut worden, oder dass er vielleicht früher nach b oder d gekommen, aber sich trotzdem früher in a weiter entwickelt habe.

Die epidemiologischen Thatsachen, z. B. die Cholerabewegung im Königreiche Preussen von 1848 bis 1859, nöthigen zur Annahme eines latenten Stadiums der Epidemien. Der Cholerakeim kann gegenwärtig sein, auch ohne Epidemien zu verursachen. Man sieht, das epidemische Auftreten der Cholera hängt nicht soviel von der Gegenwart des Cholerakeimes, als von zeitlichen und örtlichen Bedingungen ab.

Das epidemische Auftreten allein aber bildet den Schwerpunkt in der ganzen Cholerafrage, welche die Staatsverwaltungen nicht wegen des Vorkommens einzelner und vereinzelt auftretender Fälle, sondern lediglich wegen der verheerenden Epidemien

1) Mein Cholerabuch S. 460.
2) Siehe mein Cholerabuch S. 460.

interessirt. Wenn die asiatische Cholera bei uns nur so vorkäme, wie die sogenannte Cholera nostras, fiele es keiner Regierung ein, einen internationalen Congress zu beschicken, um Maassregeln gegen ihre Verbreitung zu berathen.

Der epidemiologische Standpunkt und die epidemiologische Erfahrung, und nicht die bacteriologische oder klinische Forschung, muss die Grundlage der Berathungen bei solchen Congressen bilden. Die verschiedenen Theorien haben nur insofern eine praktische Bedeutung, als Schutzmaassregeln darauf gegründet werden wollen, und zur Zeit stehen sich hauptsächlich die contagionistische und die localistische Anschauung gegenüber. Letztere wird in der Regel übergangen.

Dass zum Entstehen von Cholera-Epidemien zwei Dinge, ein durch den menschlichen Verkehr verbreitbarer Keim und eine individuelle Disposition der Personen, nothwendig sind, welche Factoren ich x und z nenne, darüber sind die zwei Parteien einig, und die Contagionisten begnügen sich mit diesen beiden Factoren.

Die Localisten aber behaupten, gestützt auf zahlreiche epidemiologische Thatsachen, dass diese beiden Factoren nicht im Stande sind, das epidemische Auftreten der Cholera, auf welches es ja allein ankommt, zu verursachen oder zu erklären, welches durch örtliche und zeitliche Verhältnisse, die ich y genannt habe, veranlasst werde.

Wie das y etwa mit x oder z zusammenhängt, weiss man allerdings vorerst noch nicht, aber aus zahlreichen epidemiologischen Erfahrungen weiss man sehr bestimmt, was darauf wirkt. Mit demselben Rechte, wie ich ein x angenommen habe, schon als man den Kommabacillus nicht kannte, nehme ich das y an und darf es dem x zu lieb nicht fallen lassen, weil in dem y allein der epidemiologische Schwerpunkt liegt. x und z sind in immunen Orten (z. B. Lyon oder Stuttgart) oder auch in für Cholera empfänglichen Orten, aber zu immunen Zeiten (z. B. in ganz Norddeutschland oder Hamburg im April) sehr harmlose Dinge. Da entstehen keine Epidemien, wenn auch viel x hinkommt und viel z zugegen ist.

Die epidemiologische Erfahrung, die blosse Empirie, welche ja der wissenschaftlichen Erforschung so oft voraneilt, weist überall nach, dass gewisse Bodenverhältnisse, Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens, Imprägnirung desselben mit den Abfällen des menschlichen Haushaltes, Besprengen des Bodens oder Putzen der Häuser und Höfe mit unreinem Wasser, Mängel im Bauwesen, das Entstehen der Epidemien zu gewissen Zeiten in hohem Maasse begünstigen, und ebenso weist die Empirie nach, dass selbst für Cholera empfängliche Orte ihre Empfänglichkeit verlieren, wenn auch nicht plötzlich aber doch allmählich, wenn man aufhört, Boden und Häuser mit den Abfällen des menschlichen Haushaltes zu imprägniren, wenn man reines Wasser nicht bloss zum Trinken, sondern auch zur Reinigung des Hauses einführt. Die darauf hinzielenden Assanirungswerke haben selbst in der Heimath der Cholera die Häufigkeit der Fälle sehr herabgedrückt.

Die Cholera verhält sich in dieser Beziehung ähnlich, wie der Abdominaltyphus.

Ich lebe der Ueberzeugung, dass das vom Orte zeitweise ausgehende y von den Bacteriologen schliesslich entdeckt werden wird, gleichwie der Kommabacillus von Koch entdeckt worden ist. Man hält mich mit Unrecht für einen Feind der bacteriologischen Forschung. Ich habe schon vor Jahren ausgesprochen, dass ich für die volle Lösung des Choleraräthsels meine Hoffnung auf die Bacteriologie stelle[1]; aber die bacteriologische Forschung soll sich nicht bloss in contagionistischer, sondern auch in localistischer Richtung bewegen, um das y vollends aufzuklären.

Ich habe mich nie um Choleratheorien gekümmert und auch keine aufgestellt, sondern mich immer nur von den epidemiologischen Thatsachen leiten lassen, die mich zur Annahme eines y neben dem x und z gezwungen haben. Da ich fand, dass in dem y der epidemiologische Schwerpunkt ruht, und dass es Mittel gibt, auf diese unbekannte Grösse zu wirken, habe ich Schutzmaassregeln von meinem localistischen Standpunkte aus dringend empfohlen.

---

1) Siehe in meinem Cholerabuche den Abschnitt Choleratheorien S. 539 und 524.

Die Contagionisten suchen nach Massregeln, theils um die Verbreitung des Keimes durch den menschlichen Verkehr auszuschliessen, theils um die Menschen dagegen zu immunisiren. Da in letzterer Beziehung noch nichts Bestimmtes gefunden worden ist, so beschränken sie sich wesentlich auf Constatirung der ersten Fälle durch Nachweis des Kommabacillus, auf Desinfection der Ausleerungen der Kranken und aller Dinge, welche damit in Berührung gekommen sein können, sowie auf Isolirung der Kranken, kurz, sie suchen den menschlichen Verkehr pilzdicht zu gestalten, was nach meiner Ueberzeugung und nach epidemiologischen Erfahrungen eine Unmöglichkeit ist.

Um die Diagnose »asiatische Cholera« festzustellen, ist die bacteriologische Untersuchung der Darmentleerungen eines Kranken nothwendig. Nun hat aber die letzte Choleraepidemie in Hamburg gezeigt, dass Personen, die sich ganz wohl befinden, Kommabacillen ausscheiden, und Personen, welche an allen Symptomen der asiatischen Cholera leiden, keine.[1])

Die unter Führung der Koch'schen Schule empfohlenen Schutzmaassregeln beginnen immer erst mit dem Nachweis des Kommabacillus bei einem Kranken. Dieser Nachweis hat keinen praktischen Werth, weil er immer zu spät, post festum kommt und nur ein Beweis dafür ist, dass der Keim bereits eingeschleppt ist. Da sich der specifische Keim nicht nur an Kranke, sondern, wie wir oben gesehen haben, auch an Gesunde hängt und oft lange in einem Orte ruhen kann, ehe sich Erkrankungen zeigen, vermag man vom epidemiologischen Standpunkte aus nur zu dem Schlusse zu gelangen, dass eine blosse Ueberwachung des Verkehrs auf Grund des Nachweises des Kommabacillus keinen Erfolg haben kann. Nur ein vollständiges Aufheben jedes Verkehrs mit einem verseuchten Orte oder mit einer verseuchten Gegend könnte gegen Einschleppung specifischer Krankheitskeime schützen. Bei der Cholera müsste vor allem jeder Verkehr mit Indien aufhören.

---

1) Rumpel. Bacteriolog. und klinische Befunde bei der Cholera-Nachepidemie in Hamburg. Deutsche Medic. Wochenschrift 1893. S. 160.

Den Verkehr anlangend glaubt man, man könne bezüglich der Menschenseuchen ebenso verfahren, wie bezüglich der Thierseuchen. Wenn in einem Lande oder in einem Districte eine Viehseuche ausbricht, kann man anordnen, dass kein Rind, kein Schaf, kein Schwein u. s. w., gleichviel ob es krank oder gesund ist, mehr über die Grenze darf, ehe nicht die Seuche wieder erloschen ist. Aber der Mensch lässt sich nie wie das liebe Vieh behandeln.

Man hat auch da anfänglich menschlicher handeln wollen und nur die Ausfuhr kranker Thiere über die Grenze in's Auge gefasst, aber es zeigte sich bald, dass das nichts hilft, dass da manches Stück Vieh auf der Grenze noch gesund befunden und herüber gelassen wurde, welches nachher doch erkrankte und die Krankheit verbreitete. Es hilft nichts als volle Grenzsperre.

Auch ein anderes bei Thierseuchen übliches und ziemlich erfolgreiches Mittel kann man bei Menschenseuchen nicht anwenden, nämlich das Abschlachten der Kranken, wie es gegen die Rinderpest angewandt wird.

Uebrigens lässt auch die strenge Grenzsperre bei Viehseuchen in ihrem Erfolge noch viel zu wünschen übrig. Nach den fortlaufenden Mittheilungen aus dem kaiserlichen Gesundheitsamte herrscht die Maul- und Klauenseuche doch in sehr vielen Gegenden, welche man durch die strengsten Absperrungsmaassregeln zu schützen suchte.

Manche denken, es müssten doch weniger Cholera-Epidemien auftreten, wenn man so viele Kommabacillen, als man habhaft werden kann, tödtet. Wenn man aber bedenkt, dass, wie ich oben gezeigt habe, das epidemische Verhalten der Cholera, obschon der Kommabacillus dazu nothwendig ist, nicht von der Gegenwart desselben, sondern von örtlichen und zeitlichen Verhältnissen abhängt, und dass weder durch Land- noch durch See- und Flussquarantänen der menschliche Verkehr pilzdicht gestaltet werden kann, so muss man einsehen, dass trotz aller aufgewandten Mühen und Kosten soviel Keim doch durchkommt, als zum Entstehen von Epidemien genügt, wo die örtlichen und zeitlichen Bedingungen gegeben sind.

Manche Contagionisten weisen nun darauf hin, dass die Cholera im vorigen Jahre in Deutschland sich wesentlich auf eine einzige Stadt, auf Hamburg, beschränkt habe, wo man leider nur den ersten Cholerafall, bei welchem man Kommabacillen fand, zu spät angezeigt habe, wo man aber durch energische contagionistische Maassregeln die Cholera localisirt und zum Erlöschen gebracht habe. Jedoch wer den Verlauf der Cholera 1892 in Hamburg mit ihrem Verlauf 1854 in München vergleicht, wo kein Tropfen Wasser gekocht und gewechselt wurde, wo man alle Kranken im Hause behandelte und nur in's Krankenhaus schickte, wer nicht zu Hause gut verpflegt werden konnte, wo man selbst in den Krankenhäusern die Cholerakranken nicht ängstlich von anderen Kranken isolirte, wo man den Kommabacillus und die für ihn geeigneten Desinfectionsmittel noch nicht kannte u. s. w., der muss erstaunt sein, dass trotz allem die Cholera zeitlich ebenso verlief, wie die schrecklich behandelte Epidemie in Hamburg.

Dass die Epidemie sich wesentlich auf Hamburg beschränkte, ist auch nichts Neues in ihrer Geschichte in Deutschland: im Jahre 1865 beschränkte sich die Cholera ebenso auf Altenburg und Werdau im Pleissethale und kam nicht einmal trotz mehrerer eingeschleppter Fälle bis Leipzig herab, wo sie im Jahre 1866 wie im übrigen Theile von Norddeutschland so verheerend auftrat.

Es ist daher auch jetzt wieder abzuwarten, was das Jahr 1893 bringt; dass die Epidemie von 1892 für das übrige Deutschland nicht in Hamburg localisirt werden konnte, zeigt schon der unerwartete plötzliche Ausbruch der heftigen Hausepidemie im Januar 1993 in der Irrenanstalt Nietleben bei Halle zur Genüge. Der Keim lebt fort.

Selbst die Desinfection der Rieselfelder in Nietleben schützt Deutschland nicht, denn es sind auch auf den Rieselfeldern von Berlin schon einige Cholerafälle vorgekommen, und die Berliner Rieselfelder sind nicht nach Nietlebener Muster desinficirt worden.

Dass eine vollständige Sperre des menschlichen Verkehrs nicht möglich sei, weil sie für Menschen ein grösseres Unglück als alle Infectionskrankheiten wäre, sieht man heutzutage zwar ein, und hat die Landsperren verlassen, aber an den Seesperren

glaubt man festhalten zu müssen. Auch die Seequarantänen sind keine Sperren, sondern nur eine Ueberwachung des Verkehrs, trotz welcher genug Infectionskeime durchkommen. Wer sich dafür interessirt, wie ich darüber denke, den bitte ich mein Cholerabuch von S. 602 bis 623 nachzulesen.[1]) Um unreine Schiffe ausser Verkehr zu setzen, sollte man nicht warten, bis eine Cholera-Epidemie droht, eine strenge sanitäre Schiffsinspection sollte in allen Häfen fortwährend stattfinden.

Bei Menschenseuchen, bei welchen man keine vollständige Sperre des Verkehrs durchführen kann und welche eine von örtlichen und zeitlichen Verhältnissen so abhängige Verbreitungsart, wie die Cholera und der Abdominaltyphus zeigen, kann man sich auf furchtlose Pflege und gute Behandlung der Kranken und auf Schaffung guter hygienischer Verhältnisse für die Gesunden beschränken. Es ist das kein Nihilismus, wie manche sagen, sondern ein sehr praktisches Vorgehen, welches bleibende Vortheile schafft, während die contagionistischen Maassregeln bloss Mühe und nutzlose Plackereien sind, welche viel Geld kosten, wovon man nichts hat, wenn die Epidemie vorüber ist. Das Publicum soll man nicht mit Furcht vor Bacillen in Schrecken setzen, sondern darauf aufmerksam machen, dass es gelingt, auch für Cholera empfängliche Orte durch Assanirungswerke unempfänglich, immun zu machen, wie z. B. London, welches in den Dreissiger-, Vierziger- und Fünfziger-Jahren ebenso wie andere Grossstädte auf dem Continente heftige Cholera-Epidemien hatte; aber schon im Jahre 1866 beschränkte sich die Epidemie auf einen verhältnissmässig kleinen Theil der Riesenstadt, und seit 1866 ist die Cholera in London trotz vielfacher Einschleppungen von Cholerafällen vom Continente in den Siebziger-, Achtziger- und Neunziger-Jahren und trotz des ununterbrochenen, grossartigen Verkehres sowohl mit dem Heimathlande der Cholera in Asien, als auch mit dem zeitweise verseuchten europäischen Continente von Cholera-Epidemien frei geblieben. Als im vergangenen Jahre das fern gelegene Amerika sich ängstlich vor Schiffen aus dem verseuchten

1) Vergleiche auch in meinem Buche das Verhalten der Cholera auf Schiffen S. 107—150.

Hamburg abschloss, setzte das nahe gelegene London furchtlos ohne Quarantäne seinen Verkehr mit Hamburg fort und blieb doch von epidemischer Cholera frei.

Die gegenwärtig wieder herrschende contagionistische Anschauung erblickt im Cholerakranken die einzige Quelle der Verbreitung der Krankheit, und im Nachweise des Kommabacillus allein den richtigen Ausgangspunkt für alle prophylaktischen Maassregeln, obschon die epidemiologische Erfahrung lehrt, dass Aerzte und Wärter, welche mit den Kranken doch am meisten und innigsten in Berührung kommen, bei Cholera-Epidemien nicht mehr zu leiden haben, als andere Personen, welche mit den Kranken gar nichts zu thun haben; dass sie im Gegentheil in der Regel sogar auffallend verschont bleiben, wenn nicht das Krankenhaus oder das Haus, in dem sie wohnen, selbst ein Infectionsherd, eine Choleralocalität wie andere Häuser wird.[1])

Der wirkliche Infectionsmodus ist uns bei der Cholera noch ebenso unbekannt, wie bei der Malaria und vielen anderen Infectionskrankheiten. Die Vorstellungen, die man sich gewöhnlich von dem Vorgange macht, beruhen auf hypothetischen Annahmen.

Bei der gegenwärtigen Strömung der öffentlichen Meinung und der theoretischen Anschauungen der meisten Aerzte erfährt die localistische Anschauung allerdings grossen Widerspruch, aber deshalb braucht sie nicht unrichtig zu sein; die Thatsachen, auf welche sie sich stützt, stehen ebenso fest und sicher, wie irgend ein Bacillus, den man unter dem Mikroskop sieht, und sind contagionistisch nicht zu erklären.

Von dem, was da alles kommen könne und kommen müsse, wenn man nichts gegen Einschleppung des Kommabacillus und zu dessen Vernichtung thue, können die Contagionisten schreckliche Bilder ausmalen: aber wir in Bayern können ihren schauerlichen Schilderungen mit ruhigem Gewissen zuhören, denn das Königreich Bayern hat schon einmal unter einem anticontagionistischen Szepter gestanden und sich dabei wohler als je befunden. Im Jahre 1836, als die Cholera das erste Mal nach

1) Mein Cholerabuch S. 37 und 69.

Bayern kam und nachdem alle Kordone und sonstige contagionistische Maassregeln, welche in Norddeutschland gegen die dort herrschenden epidemischen Ausbrüche reichlich gehandhabt wurden, nichts geholfen hatten, hat der bayrische Staat ein kühnes epidemiologisches Experiment in grösstem Maassstabe gemacht. Damals wurde vom kgl. bayr. Ministerium die Cholera offiziel als eine nicht ansteckende Krankheit erklärt, keinerlei Verkehrbeschränkungen auferlegt, in München jede Woche ein von aussen stark besuchter Getreidemarkt abgehalten, kein einziger Kommabacillus getödtet, welche Bacillen sicherlich auch damals schon bei Cholerafällen vorhanden, nur noch nicht entdeckt waren. Die Epidemie von 1836 blieb trotzdem die gelindeste von allen, welche Bayern seitdem gehabt hat. Sie blieb allerdings nicht deshalb so klein, weil man nichts contagionistisch dagegen gethan hat, sondern weil in diesem Jahre die zeitlich-örtliche Disposition weniger entwickelt war, als in den folgenden Cholerajahren 1854 und 1873; aber die Thatsache zeigt jedenfalls sehr bestimmt, dass es nicht schadet, wenn man während der ganzen Dauer einer Epidemie contagionistisch auch gar nicht vorgeht, sondern alles dem einst hochverehrten Genius epidemicus überlässt. Nach dem Glauben der Contagionisten hätte die Epidemie von 1836 die schlimmste von allen sein müssen.

Wäre man streng contagionistisch vorgegangen, so würde es vielleicht auch nicht schlechter geworden sein, aber dann würden alle Contagionisten diese Epidemie von 1836 in Bayern noch heutzutage als ein schlagendes Beispiel von der Wirksamkeit ihrer Maassregeln citiren.

Für das grosse Publikum hat dieses anticontagionistische Vorgehen der Regierung jedenfalls einen sehr grossen Vortheil gehabt: es wurde kein Geld für nutzlose Maassregeln verschwendet und blieb die Cholerafurcht, die jetzt so viele Gemüther ängstiget und so viele Personen für die Krankheit individuell empfänglicher macht, in den bescheidensten Grenzen; man pflegte die Kranken ohne Furcht und mit aller Liebe und brachte nur diejenigen in's Krankenhaus, welche zu Hause keine gute Pflege finden konnten.

Frankreich hatte im vorigen Jahre auch Choleraepidemien, an die man lange nicht glauben wollte, die man anfangs vertuschte, sie nur choleriform nannte, und wenig dagegen that. Es sind die Epidemien im Jahre 1892 aber trotzdem die gelindesten und wenigsten geblieben, die Frankreich je gehabt hat. Ich wünschte, dass in Hamburg, wo die drückendsten Maassregeln zur Anwendung kamen, die Cholera einen gleich günstigen Verlauf wie in Paris genommen hätte.

Was schliesslich noch sehr bestimmt gegen die contagionistische Theorie spricht, ist die epidemiologische Thatsache, dass die Cholera seit der enormen Entwicklung und Beschleunigung des menschlichen Verkehrs durch Eisenbahnen und Dampfschiffe sich weder schneller noch öfter und allgemeiner verbreitet, als vorher auch, weder in Indien noch in Europa.

Als sich das Eisenbahnnetz in Indien zu entwickeln begann, hätte man erwarten können, dass das Pendschab, der Nordwesten Indiens, eben so schwer und oft von Cholera zu leiden haben müsste, wie Niederbengalen im Südosten; aber es hat sich wesentlich gar nichts geändert, der endemische Cholerabezirk hat sich nicht erweitert, der epidemische ist der gleiche geblieben und gibt es in demselben immerhin noch immune Orte und Gegenden, die verkehrsreiche Stadt Multan in Oberindien, wie die grosse Stadt Lyon in Frankreich.

Bei der Pandemie von 1828 bis 1837 in Europa bestand auf dem ganzen europäischen Kontinente noch keine Eisenbahn mit Ausnahme der kurzen Strecke von Nürnberg nach Fürth, und doch kam die Cholera auch damals schon ebenso schnell über Russland nach Deutschland und Frankreich, wie im Jahre 1892.

In keinem Theile Deutschlands ist das Eisenbahnnetz so entwickelt, wie jetzt im Königreiche Sachsen und doch hat die Cholerafrequenz während der jüngsten Cholerazeiten in Sachsen gegen früher auffallend abgenommen, und gibt es da noch immer zahlreiche Gegenden und Orte, welche trotz Eisenbahnen immun geblieben sind, wie aus den Nachweisen von Günther[1])

1) Berichte der Choleracommission für das Deutsche Reich. Drittes Heft. Berlin 1876.

hervorgeht. Merkwürdig ist die geringe örtliche Disposition der grossen Stadt Dresden.

Seit Eröffnung des Suezkanals 1869, wodurch der Weg von der Heimat der Cholera in Indien nach Europa so gewaltig abgekürzt wurde, hatte Europa nicht öfter und mehr Choleraepidemien, als vorher auch.

Ebenso erscheint sie jetzt in Aegypten nicht häufiger. Dass das Freibleiben von Aegypten nicht von den Quarantänemaassregeln im rothen Meer und im Suezkanal abgeleitet werden darf, haben Koch und Gaffky in dem Berichte über ihre Cholerareise nach Indien schlagend nachgewiesen.

Man lese endlich auch meine Schrift »Der epidemiologische Theil des Berichtes über die Thätigkeit der zur Erforschung der Cholera im Jahre 1883 nach Aegypten und Indien entsandten Commission«, die in München 1888 erschienen ist, von Seite 3 bis 88, und sage mir, worin ich mich geirrt habe.

Choleraepidemien können sich eben nur in zeitlich disponirten Orten entwickeln, und diese zeitlich-örtliche Disposition tritt jetzt am Ende des 19. Jahrhunderts nicht öfter ein, als in früheren Zeiten auch, sonst hätten wir entsprechend der Beschleunigung und Vervielfältigung des Verkehrs nun viel öfter und viel mehr Choleraepidemien als früher haben müssen.

Prophylaktische Maassregeln gegen Verbreitung der Cholera können allerdings nach drei Richtungen, nach den drei wesentlichen Factoren x, y und z vorgeschlagen und versucht werden. Bei der Wahl derselben kommt es darauf an, welcher Factor uns am zugänglichsten ist. Wenn ein Vorgang nicht von einer einzigen Ursache, sondern von mehreren, von einer Kette von Ursachen abhängig ist, so braucht man, um ihn zu verhindern, nicht alle Glieder der Kette zu brechen, sondern es genügt dazu der Bruch eines einzigen wesentlichen Gliedes.

Das durch den menschlichen Verkehr verbreitbare x wäre, wie ich oben gezeigt habe, nur zu vermeiden, wenn man jeden Verkehr mit Orten und Gegenden, wo es sich findet, aufgeben könnte; eine blosse Ueberwachung des Verkehrs, und wenn sie noch so sorgfältig ausgeführt wird, hat keine epidemiologische

Bedeutung, wenn auch einige Einzelinfectionen dadurch hie und da verhindert werden können. Ich bin überzeugt, dass die Choleraepidemien ebenso verlaufen werden, wenn man den menschlichen Verkehr zu Wasser und zu Land ganz frei lässt, als wenn man die peinlichsten Beschränkungen des Verkehrs mit Cholerakranken und Choleraleichen durchführt. Aus humanitären Rücksichten ist nur zu wünschen, dass die Kranken überall eine möglichst gute Pflege und ärztliche Behandlung finden. Zu fürchten sind sie von ihren Angehörigen und Nachbarn ebenso wenig, als sie von ihren Wärtern und Aerzten gefürchtet werden. Das gewaltsame Herausreissen der Kranken aus Familie und Haus ist oft eine barbarische Maassregel, welche in Hamburg mehr geschadet als genützt hat, und von der man nach den Mittheilungen der Gesundheitscommission von Sct. Georg-Nordertheil künftig wohl Abstand nehmen wird. Es ereignen sich dabei grasse Scenen. Es wird z. B. eine Erkrankung in einer Arbeiterfamilie gemeldet. Die zum Gesetz gewordene Theorie verlangt, dass das Kranke, ein Kind von 10 Jahren, behufs Isolirung in die Cholerabaracke gebracht wird. Die aus drei Mann bestehende Transportkolonne erscheint mit ihrem Fuhrwerke. Die Mutter hält das Kind, das bereits asphyktisch ist, krampfhaft in den Armen und ruft: »Ich gebe mein Kind nicht her.« Da bleibt, um dem Gesetze zu genügen, nichts übrig, als dass der eine der Transportkolonne den linken, der andere den rechten Arm der jammernden Frau fasst und gewaltsam auseinander zieht, während der dritte das Kind nimmt und in ein Tuch gewickelt in den Transportwagen trägt, aus dem es, in der Baracke oder im Krankenhause angelangt, vielleicht schon als Leiche herausgenommen und zu anderen Leichen gelegt wird.

Mehr Erfolg versprechen Maassregeln, welche gegen y und z gerichtet werden.

Gegen die individuelle Disposition wirkt erfahrungsgemäss alles, was die Gesundheit hebt und stärkt, gute Ernährung, Kleidung und Wohnung, und namentlich Reinlichkeit in jeder Beziehung, Vermeidung von Excessen und Vermeidung von allem, was zu Diarrhöen geneigt macht, was bekanntlich individuell sehr verschieden ist.

Auf den Unterleib wirken nicht bloss Erkältungen und Diätfehler, sondern auch psychische Affecte, namentlich deprimirende Gefühle und Furcht, hauptsächlich die Cholerafurcht.

Vom localistischen Standpunkte aus gibt es sehr viel gegen Cholera zu thun, allerdings nicht so viel während des Herrschens einer Ortsepidemie, als schon vorher. Die Assanirung der menschlichen Wohnorte ist das Hauptschutzmittel gegen Cholera. Orte, welche durch gute Hausentwässerung, reines Wasser, durch Drainagevorrichtungen und Abfuhr ihren Boden rein gemacht haben und rein erhalten, haben wenig zu fürchten, wenn ihnen auch die Cholera eingeschleppt wird.[1])

Ich bin für vollständige Freigebung des menschlichen Verkehrs, weil derselbe doch nie pilzdicht zu gestalten ist, und die Prohibitivmaassregeln im Ganzen mehr schaden als nützen.

1) Eingehend habe ich mich über Choleraprophylaxis in meinem Buche von Seite 595—739 ausgesprochen.

Riva, zu Ostern 1893.

Ueber die Einwirkung von hohen Temperaturen auf Tuberkelbacillen.

Von

C. de Man.

(Aus dem hygienischen Institute der Universität Amsterdam.)

Im hiesigen hygienischen Institute wurden vor einigen Jahren durch Dr. J. van Geuns[1]) eine Reihe von Untersuchungen über die Frage ausgeführt, welchen Einfluss das Pasteurisiren — d. i. eine kurz dauernde Erwärmung auf bestimmte Temperaturen unter der Siedehitze mit unmittelbar darauffolgendem Abkühlen — auf das Leben von Bacterien ausübt. Insbesondere wurde dabei gesucht die Temperaturen festzustellen, bei welchen Reinculturen von pathogenen Mikroorganismen nicht mehr zur Entwickelung gelangen, resp. absterben. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen, welche später von anderer Seite[2]) wiederholt und bestätigt wurden, haben im Allgemeinen dargethan, dass dabei ein deutlicher Unterschied besteht, je nachdem man die Temperaturen nur sehr kurze Zeit oder etwas länger einwirken lässt. Diese Differenz beträgt innerhalb der Temperaturgrenzen, bei welchen überhaupt eine Abtödtung erfolgt, im Durchschnitte 4 bis 5 ° C., wie die nachstehende Tabelle, welche eine Uebersicht der Resultate von van Geuns gibt, zeigt:

---

1) Archiv für Hygiene. 1889. Bd. IX, S. 402.

2) Z. B. Bitter: Zeitschrift für Hygiene. Bd. VIII, S. 240.

Es starben ab:

Dauer der Temp.-Einw.	Kommabac. von Koch	Kommabac. von Finkler-Prior	Bacillen von Emmerich	Bacillen des Typhus	
bis 1 Min.	59°	55°	62½°	60°	
bis 5 Min.	54°	50°	59°	56°	
	Pneumonie	Milzbrand sporenfrei	Malignes Oedem	Mäuse-Septichämie	Vaccine
	60°	80°	78°	60°	60°

In den erwähnten Untersuchungen bestand eine Lücke, insofern als keine Angaben über das Verhalten der Tuberkelbacillen mitgetheilt worden waren.

Ich habe daher den Auftrag meines hochgeachteten Lehrers Prof. Forster, die Untersuchungen von van Geuns in dieser Richtung zu vervollständigen, gern übernommen.

Der Auftrag war mir um so angenehmer, als hierbei ein für die Praxis berechnetes Resultat erwartet werden konnte. In der Hauptsache nämlich sollten unsere Experimente mit der Milch perlsüchtiger Kühe ausgeführt werden; denn unsere Absicht war es, festzustellen, welche Temperaturen man auf die käufliche Milch einwirken lassen muss, wenn man die von ihrem Genusse eventuell drohende Gefahr einer tuberculösen Infection vermeiden will.

Seitdem man, nach der grossartigen Entdeckung Koch's, mit dem Wesen der Tuberculose mehr vertraut geworden ist, und man mit Sicherheit weiss, dass die Tuberculose eine Infectionskrankheit ist, kann man mit mehr Hoffnung auf günstigen Erfolg prophylactisch handelnd auftreten. Will man aber von prophylactischen Massregeln gegen Krankheitskeime Heil erwarten, so müssen uns bestimmte Eigenschaften der inficirenden Mikroorganismen experimentell bekannt sein. Dies ist bei der uns vorliegenden Frage ganz besonders zu beachten; denn einmal ist durch Versuche dargethan, dass die Perlsucht der Rinder und die Tuberculose der Menschen durch dieselbe Ursache, die Tuberkelbacillen, erregt werden; weiter ist bekannt, dass Tuberkelbacillen in der Milch von kranken Thieren vorkommen. Es

ist somit nicht zu bezweifeln, dass bei dem Genusse von solcher Milch eine Gelegenheit für die Entstehung der Tuberculose beim Menschen geschaffen wird. Von vornherein erschien es daher mir, als praktischem Arzt, in dessen Wirkungskreise die Tuberculose eine hervorragende Rolle spielt, eine dankbare Aufgabe, zu versuchen, bei welcher Temperatur und in welcher Zeit Tuberkelbacillen in der Milch absterben.

Dass übrigens die Milch von perlsüchtigen Kühen im Stande ist, bei anderen Thieren nach dem Genusse Tuberculose zu erwecken, ist eine Thatsache, welche durch zahlreiche Erfahrungen und durch experimentelle Untersuchungen sicher festgestellt worden ist. Auch manche Erfahrungen weisen darauf hin, dass die Milch von tuberculösen Kühen beim Menschen und besonders beim Kinde, das im ersten Lebensjahre (bei künstlicher Nahrung) fast ausschliesslich Kuhmilch als Nahrung nimmt, Tuberculose verursachen kann.

Es kann hier nicht meine Aufgabe sein, diese Frage näher zu erörtern oder neue Beweise für die Infectiosität der Milch von perlsüchtigen Thieren zusammen zu stellen; aber es erscheint zweckmässig, doch einigen Autoritäten auf diesem Gebiete das Wort zu geben.

Bollinger [1]) hat Versuche mitgetheilt, aus welchen hervorging, dass die Milch perlsüchtiger Kühe bei längere Zeit hindurch fortgesetztem Genusse, manchmal echte Tuberculose bei Schweinen zu erzeugen im Stande ist. Nach Baumgarten's [2]) Mittheilung genügte schon der einmalige Genuss einer Milch, der künstlich Tuberkelbacillen zugesetzt wurden, um eine Darmtuberculose bei dem Versuchsthiere hervorzurufen. Bang [3]) beschreibt die Eutertuberculose der Milchkühe, betont, dass sie keineswegs selten sei und oft bei scheinbar ganz gesunden Thieren sich finde, schildert die Symptome, welche sie macht und bemerkt dabei, dass die

1) Aerztl. Intelligenzblatt 1879 Nr. 47 und Tageblatt der 52. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Baden-Baden. 1879. S. 263

2) Centralblatt für Klin. Medicin. 12. Jan. 1884.

3) Deutsche Zeitschrift für Thiermedicin und vergleichende Pathologie. XI. Bd., 1884.

Milch anfänglich ein normales Aussehen habe, dann aber sich häufig merklich verändere. Sie ist jedoch nach ihm virulent, auch wenn sie noch normal aussieht. Er beweist dies durch Fütterungsversuche an Ferkeln und Kaninchen, die ausnahmslos tuberculös wurden; ebenso theilt er einen Fall mit, in welchem eine Kuh durch Auffütterung mit solcher Milch Tuberculose acquirirte.

Aber nicht allein das Experiment, auch die Erfahrung lässt viele Thatsachen erkennen, die darauf hinweisen, dass die Gefahr beim Genusse der Milch von perlsüchtigen Kühen nicht unterschätzt werden darf. Ich will hier nur ein paar Beispiele erwähnen. Demme[1]) beobachtete, dass in vier Fällen notorische Darmtuberculose bei Kindern sich einstellte, die hereditär absolut nicht belastet, aber mit roher Milch perlsüchtiger Kühe ernährt worden waren; er fügt hinzu, dass er den Nachweis der Natur des durch die Nahrung acquirirten Leidens, sowohl klinisch als anatomisch zu erbringen vermochte. Brouardel[2]) berichtete in der Sitzung der »Société de médecine publique« zu Paris, dass in einem Kloster sieben Kinder, die nicht hereditär belastet waren, an Tuberculose erkrankten und starben, nachdem sie die Milch einer tuberculösen, auch an tuberculöser Eutererkrankung leidenden Kuh erhalten hatten. Nicht immer wird der Genuss von Milch perlsüchtiger Kühe im Stande sein, Tuberculose zu veranlassen, da auch dabei eine gewisse Disposition, eine Störung in der Digestion etc. nothwendig sein kann. Allein vom hygienischen Standpunkte aus hat man mit der nahe liegenden Möglichkeit der Infectionsgefahr zu rechnen, und zwar umsomehr, als bekanntlich die Perlsucht unter den Kühen, speciell unter den in grösseren Städten zur Milchproduction gehaltenen Rindern, durchaus nicht selten vorkommt. Unter solchen Umständen ist es begreiflicherweise seit langem mehr oder weniger allseitig als höchst wichtig betrachtet worden, die Frage zu beantworten, in welcher Weise man die Sicherheit erhält, dass

1) Demme's Jahresbericht über die Thätigkeit des Jenner'schen Kinderspitales in Bern pro 1882. S. 48.

2) Annales d'hyg. publ. XXIV, p. 60.

der Genuss von käuflicher Milch, deren Ursprung meist unbekannt ist, keine tuberculöse Infection zur Folge habe. Diese Frage zu beantworten, war auch die Absicht bei den folgenden Untersuchungen, die im hygienischen Laboratorium der Universität von Amsterdam ausgeführt, und deren Ergebnisse in kurzen Zügen bereits von Prof. Forster in der Sitzung der Niederländ. Academie der Wissenschaften vom 25. Juni 1892 mitgetheilt wurden. (Vgl. auch hyg. Rundschau 1892 Nr. 20.) Bevor ich jedoch hier die angestellten Versuche näher beschreibe, wünsche ich erst eine kurze Uebersicht der Literatur über diesen Gegenstand zu geben.

Die Widerstandsfähigkeit der Tuberkelbacillen gegenüber hohen Temperaturen ist zwar, entsprechend der allgemein anerkannten Bedeutung dieses Phänomens für die tägliche Praxis, von vielen Forschern studirt worden.

Die Resultate sind jedoch so auseinandergehend, dass es ohne Zweifel durchaus kein überflüssiges Unternehmen war, die gleichen Untersuchungen in ausgebreiteter und schärferer Weise zu wiederholen und mit mehr System und unter Berücksichtigung der Erfahrungen auszuführen, die in den Versuchen von van Geuns in unserem Laboratorium über die Erwärmung von bacterienhaltigen Flüssigkeiten gemacht worden waren.

Galtier[1]) hat ermittelt, dass eine Temperatur von 70° C., welche hinreichend lange einwirkt, im Stande ist, das Virus tuberculosum zu sterilisiren. Eine Erwärmung jedoch von tuberculösem Materiale bis zu 60° C. 20 Minuten hindurch, oder eine 10 Minuten lang dauernde Erwärmung auf 71° C. vernichtet die Virulenz nicht, denn nach der Impfung von Meerschweinchen mit so behandelten tuberculösen Stoffen erkrankten diese an Tuberculose.

Galtier experimentirte mit tuberculösem Fleisch und mit tuberculöser Milch. Ich citire die hier zuerst folgenden Literaturangaben nach der Zusammenstellung von Galtier in seinen »Maladies contagieuses«, weil ich einerseits nicht alle Original-

1) Maladies contagieuses p. 577 et 587 (1879). Congrès pour l'étude de la Tuberculose chez l'homme et chez les animaux. (1888).

arbeiten mir beschaffen konnte, und weil andererseits es sich in der vorliegenden Darstellung nur darum handelt, zu zeigen, dass zwischen den Angaben verschiedener Autoren über die Einwirkung der Erhitzung auf Tuberkelbacillen grosse Widersprüche bestehen. Chauveau und Arloing[1]), Gegner Galtier's, fanden, dass eine Temperatur von 70° C., die eine halbe Stunde lang einwirkt, keine Sicherheit für die Abtödtung des Virus gab, wohl aber eine Temperatur von 100° C., welche eine halbe Stunde eingewirkt hatte.

Auch nach Toussaint[2]) bleibt die Virulenz bei der Erwärmung auf 73° bis 76° C. und 80° C. bestehen.

Die Resultate Chauveau's und Arloing's werden von Gerlach[3]) nicht als richtig angesehen. Er meint, dass, wenn tuberculöses Material eine halbe Stunde lang gekocht wird, seine Virulenz bestehen bleibe, dass jedoch hierbei eine Abschwächung constatirt werden könne.

Derselben Meinung ist H. Martin[4]). Er gibt an, dass das tuberculöse Virus einer Erwärmung bis auf 80° C., ja bisweilen einer bis auf 100° C. Widerstand bieten könne.

Nach Klebs[5]) würde der Gebrauch von gekochter Milch noch im Stande sein, Tuberculose zu verursachen.

Frerichs, Parrot und H. Martin[6]) ermittelten dagegen, dass Sputa eines Phthisikers, die gekocht wurden, nach der Impfung auf Thiere keine Tuberculose zu erzeugen im Stande waren.

Vallin[7]) hat wahrgenommen, dass das Eintauchen von einem Streifen Papier, der mit eingetrockneter tuberculöser Substanz imprägnirt war, in kochendes Wasser, deren Virulenz vernichtet.

Aufrecht[8]) hat durch Versuche an Kaninchen, welche gekochte Perlsuchtmassen subcutan injicirt erhalten hatten, dargethan, dass zur Verhütung der Gefahr der Infection von Milch

1) bis 6) Maladies contagieuses. pag. 577 et 587. (1879).

7) Maladies contagieuses. Galtier (1891).

8) Ueber Perlsucht und Miliartuberculose. (Path. Mittheilungen, I. Heft, S. 51, Magdeburg 1881)

perlsüchtiger Kühe, es genügte, die Milch 3 Minuten lang zu kochen.

May[1]) hat durch Versuche gezeigt, dass die Gefahr einer Infection von Seiten der Milch perlsüchtiger Kühe, die Tuberculose hervorrufen kann, durch einfaches Kochen bis zum Aufwallen, wie dies im Haushalte stattfindet, beseitigt wird.

Weiter haben Schill und Fischer[2]) die Frage nach der Tenacität der Tuberkelbacillen studirt. Sie geben an, dass Wasserdämpfe von 100° C. die trockenen Sputa in 1 Stunde, die nassen in ¼ Stunde unschädlich machen.

Später theilten sie Versuche mit, wonach alter getrockneter Auswurf, der eine Stunde lang auf 100° und 130° erhitzt wurde, hierdurch sein Infectionsvermögen einbüsste. Denselben Erfolg hatte ein 5 Minuten langes Aufkochen in Wasser. Frischer, feuchter Auswurf von Phthisikern wurde der Virulenz beraubt durch 15 Minuten langes Einwirken von Wasserdämpfen (100° C.) oder durch 10 bis 20 Minuten langes Kochen.

Frischer, aber getrockneter Auswurf wurde nach einstündigem Erhitzen auf 100° C. noch virulent gefunden, erschien dagegen nach einer 30 bis 60 Minuten langen Erhitzung im Dampfsterilisirungs-Apparat völlig der Virulenz beraubt. Was die Infectiosität der Milch betrifft, so hat sich besonders Bang[3]) mit dieser Frage beschäftigt und auf experimentellem Wege festzustellen getrachtet, wann durch eine Erwärmung der Milch von perlsüchtigen Kühen die mit dem Genusse der letzteren verbundene Infectionsgefahr vermieden werden könne. Er fand, dass eine Temperatur von 72° C., die 15 Minuten lang einwirkte, genügt, um das tuberculöse Virus zu vernichten. Er ermittelte dies durch Einimpfungen auf Kaninchen. Eine weitere von ihm ausgeführte Versuchsreihe hat ergeben, dass die Frwärmung von Milch auf 65° C. (auf welcher Temperatur dieselbe zunächst 5 Minuten lang gehalten wurde) zwar die Virulenz der Tuberkelbacillen

1) Archiv für Hygiene. 1883. I. S. 121.

2) Desinfection von phthisischem Sputum. Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. 1884. II. Bd., Seite 131.

3) Deutsche Zeitschr. für Thiermedicin u. vergleichende Pathologie. XII, 2.

abschwächte, sie aber nicht aufheben konnte, während eine Milchprobe, die auf entsprechende Weise bis 70° C. erwärmt war, nach der Einimpfung auf ein Kaninchen keine Spur von Tuberculose erzeugte.

Später sagte Bang[1]): »In den Untersuchungen, welche von mir über den Einfluss von der Wärme auf die tuberculöse Milch angestellt worden sind, habe ich constatirt, dass es nothwendig ist, die Temperatur bis auf eine Höhe von 85° C. einwirken zu lassen, um das tuberculöse Virus auf solche Weise zu vernichten, dass die tuberculöse Milch durch die Einimpfung nicht im Stande sei, Tuberculose zu erzeugen; aber dass eine Erhitzung dieser Milch während 5 Minuten bis auf Temperaturen zwischen 60° C. und 75° C. eine so grosse Abschwächung des Virus zur Folge hat, dass die Milch beim Genusse keine Infection mehr verursachen kann, wohl aber bei der Einimpfung«.

Auch Sormani[2]) experimentirte mit Milch, der er etwas tuberculöses Virus zugesetzt hatte. Er erhitzte sie 10 Minuten auf 70° C., 80° C. und 90° C. und injicirte sie dann Meerschweinchen.

Alle Thiere wurden nach 41 Tagen tuberculös befunden. Dasselbe war der Fall, als eine derartig inficirte Milch einen Augenblick zum Sieden gebracht, dann rasch abgekühlt und injicirt wurde. Als aber Sormani das Sieden 5 Minuten lang fortsetzte und nun die gekühlte Milch verimpfte, blieben alle Thiere gesund.

Nach Völsch[3]) wird sowohl sporenfreie als sporenhaltige Tuberkelbacillen führende Masse durch einfaches Aufkochen nur wenig, durch zweimaliges Aufkochen sehr deutlich in ihrer Virulenz abgeschwächt, jedoch keineswegs völlig der Virulenz beraubt. Sporenfreies Material wurde durch einmaliges kurzes Aufkochen nicht wesentlich in seiner Virulenz abgeschwächt,

1) Congrès pour l'étude de la Tuberculose chez l'homme et chez les animaux, Paris 1888.

2) Annali universali di medicina. 1884. 269 vol.

3) Beiträge zur pathologischen Anatomie und Physiologie, von Ziegler und Nauwerck. Bd. II, H. 2

wohl aber durch doppeltes Aufkochen. Demnach besteht keine wesentliche Differenz der Widerstandskraft zwischen sporenfreien und sporenhaltigen Tuberkelbacillen. Die Widerstandskraft ist jedoch nach Völsch's Meinung in jedem Falle eine sehr beträchtliche.

Nach Grancher et de Gennes[1]) werden tuberculöse Sputa durch eine 10 Minuten lang dauernde Erhitzung auf 80° C. beinahe, durch ebenso lange Erhitzung auf 90° C. bis 100° C. sicher desinficirt.

Sie ermittelten dies, indem sie die sehr bacillenhaltigen Sputa in sterilisirtes Wasser vertheilten, dann auf 60° C., 80° C., 90° C. und 100° C. erhitzten, sie inzwischen im Wasser hin und her bewegten, dann kleine Partikelchen der so behandelten Massen entnahmen und gesunden Meerschweinchen intraperitoneal einimpften.

Diese Versuche gaben ein negatives Impfresultat, sobald eine Temperatur von ungefähr 90° C. die bezeichnete Zeit hindurch eingewirkt hatte.

In anderer Weise studirte Yersin[2]) die Frage nach der Widerstandsfähigkeit der Tuberkelbacillen.

Er machte seine Versuche mit Reinculturen von Tuberkelbacillen und fand, dass eine Temperatur von 70° C. schon nach 10 Minuten die Tuberkelbacillen in Culturen tödtete.

Bitter[3]) ist auf Grund von Versuchen der Ansicht, dass das häufig geübte Verfahren des Pasteurisirens (schnell vorübergehender Erwärmung) auf etwa 70° C. ein ungenügendes Resultat gibt, zeigte aber durch eigene Versuche, dass es möglich ist, die Milch durch eine andere Art des Pasteurisirens nicht bloss länger haltbar zu machen, sondern auch sie sicher von etwaigen pathogenen Keimen zu befreien.

Dafür musste die Milch 15 Minuten lang auf 75° C. erhitzt und dann sofort abgekühlt werden.

---

1) Annales d'hygiène publ. XIX. p. 357.
2) Annales de l'Institut Pasteur. 1888.
3) Zeitschrift für Hygiene. VIII, 2.

Uebersieht man die Resultate der hier mitgetheilten Untersuchungen, so erkennt man sofort, dass sie nicht bloss bei den verschiedenen Forschern ganz ungleich und einander oft widersprechend sind, sondern dass bisweilen auch ein und dieselbe Versuchsreihe Ergebnisse gibt, die unter sich nicht völlig übereinstimmen.

Man kann die Ursache hiervon in verschiedenen Momenten suchen.

So wäre es möglich, dass ein Theil der Ungleichheiten auf eine Verschiedenheit in der Virulenz des angewendeten Materiales zurückzuführen ist.

Oder man könnte denken, dass die Wahl der Versuchsthiere, deren Alter u. s. w. die Versuchsergebnisse in so hohem Grade beeinflussten.

Indessen sind wir der Meinung, dass Momente solcher Art nicht beigezogen werden müssen, um das Räthselhafte in den verschiedenen Angaben einigermaassen aufzuhellen. Die meisten der von uns beschriebenen Versuche sind nämlich in einer Weise ausgeführt worden, die leider nicht gar so selten heute noch in medicinischen Kreisen oder bei bacteriologischen Untersuchungen geübt wird, nämlich ohne genügende Berücksichtigung der physikalischen Bedingungen der Versuche.

In beinahe keiner der oben erwähnten Versuchsreihen ist näher angegeben, in welcher Weise die Erwärmung statt hatte, und in keinem Falle ist mitgetheilt, wie weit eine Controlle darüber unternommen wurde, dass das zu impfende Material die für den Versuch gewünschte Temperatur auch wirklich gehabt hat. In den meisten Fällen hat man sich mit allgemein gehaltenen Angaben über die gebrauchten Temperaturen und die Weise der Erwärmung begnügt, als ob es die einfachste Sache der Welt wäre, derartige Erwärmungen auf sichere Temperaturen zu erzielen. Dass bei den kürzer dauernden Erhitzungen auf bestimmte Temperaturen, bei dem angeblichen Aufkochen die Masse der Flüssigkeit, die Zähigkeit oder schleimige Beschaffenheit derselben eine Bedeutung für die Erzielung des Wärmegrades hat; dass der Umstand, ob man es mit gröberen

Stückchen fester Substanz oder mit leicht flüssigen Lösungen, in welchen kleinste körperliche Elemente schweben, ja ob man es mit Agar- oder Bouillon-Culturen von Tuberkelbacillen zu thun hat, in hohem Grade das Erreichen bestimmter Temperaturen und die Zeitdauer ihrer Einwirkung beherrscht; dass es nicht gleich ist, ob man eine Masse direct durch die Flamme, durch heisses Wasser oder durch heisse Luft zu erhitzen sucht; alles das scheint bei den meisten bisherigen Untersuchungen übersehen worden zu sein. Könnte man das bei den älteren Untersuchungen noch einigermaassen entschuldigen, so ist bei den neueren Versuchen eine Entschuldigung dieses Versehens nicht mehr gut anzunehmen, nachdem einerseits bei den vielfachen Untersuchungen über die Desinfection mit heissem Wasser oder Wasserdampf, ebenso wie durch die mannigfachen Erfahrungen bei den Manipulationen der bacteriologischen Culturen u. s. w. die Aufmerksamkeit der Mediciner auf die Temperaturvertheilung in Flüssigkeiten gelenkt worden war, und seitdem andererseits, speciell durch die unter Leitung von Prof. Forster angestellten Untersuchungen von van Geuns[1]) so deutlich gezeigt worden ist, welchen Täuschungen über die erreichten Temperaturen man beim kurzdauernden Erhitzen von Flüssigkeiten ausgesetzt ist.

Wir zweifeln daher nicht im Mindesten daran, dass die widerspruchsvollen und ungleichen Ergebnisse der oben mitgetheilten Untersuchungen über die Wirkung bestimmter Temperaturen auf das Leben der Tuberkelbacillen im Zusammenhange stehen mit dem Umstande, dass in den meisten Versuchen, sowohl die Höhe der Temperatur als die Zeitdauer der Einwirkung auf die Tuberkelbacillen, — sei es dass diese in künstlichen Culturmedien enthalten waren, sei es, dass sie in Organmassen eingeschlossen, erwärmt wurden — unbekannt geblieben ist.

In dem einen Falle wurde die Temperatur, die man einwirken zu lassen beabsichtigte, nicht, oder nicht genügend lang erreicht, in anderen Fällen wurde sie, ohne dass dies constatirt oder bekannt wurde, überschritten. Es ist selbstverständlich, dass unter solchen Umständen, wenn man den Einfluss einer kurz dauernden

1) a. a. O.

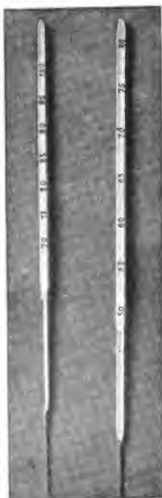
Erwärmung auf Tuberkelbacillen näher und mit Sicherheit kennen lernen wollte, neue Versuchsreihen angestellt werden mussten, in welchen die Temperaturbeobachtungen auf das Sorgfältigste ausgeführt werden mussten und insbesondere stets die Temperatur der nächsten Umgebung der inficirenden Mikroorganismen selbst genau zu bestimmen war.

Gestützt auf die erwähnten Erfahrungen bei den Versuchen von van Geuns wurde von uns das zu untersuchende Material in flüssigem oder in fein vertheiltem Zustand in dünne Glasröhrchen gebracht und in diesen eingeschlossen. Die gefüllten Röhrchen wurden nun zum Zwecke der Erwärmung nicht direkt der Flammenhitze oder heisser Luft ausgesetzt, sondern in ein Wasserbad gebracht, das vorher auf eine bestimmte Temperatur erwärmt worden war und auf dieser leicht constant erhalten wurde. Um das letztere zu erreichen, wurde das Wasserbad aus zwei ungleich grossen ovalen Kesseln zusammengestellt; der kleinere Kessel mit einem Inhalte von 12,5 l war dabei in den grössern Kessel mit 22,5 l Inhalt so eingefügt, dass die Wände und Boden des ersteren durch einen ungefähr gleich grossen Abstand von Wänden und Boden des letzteren geschieden waren. Beide Gefässe wurden sodann mit Wasser gefüllt, und das so eingerichtete doppelwandige Wasserbad mit Gas erwärmt. Die Temperatur des Wassers in beiden Kesseln wurde gesondert mit mehreren Thermometern beobachtet, während ein in dem Wasser des äusseren Kessels angebrachter Thermoregulator die Gaszufuhr beherrschte. Auf solche Weise konnte das Wasser in dem inneren Kessel, das ausserdem noch langsam umgerührt wurde, wenn es einmal auf eine gewünschte Temperatur gebracht worden war, auf dieser längere Zeit hindurch ohne wahrnehmbare Schwankungen erhalten werden.

Die Menge des Wassers war dabei mit Absicht so gross genommen, dass das Einbringen der kühlen Röhrchen keine erkennbare Erniedrigung der Temperatur hervorbringen konnte.

Obwohl uns auf Grund der früher im hiesigen hygienischen Institute ausgeführten Untersuchungen schon bekannt war, in welcher Weise und Schnelligkeit die Erwärmung einer in

Glasröhrchen eingeschlossenen Flüssigkeit nach dem Einbringen in das warme Wasserbad vor sich ging, haben wir es nicht unterlassen, durch eine Reihe von besonderen Beobachtungen festzustellen, wie lange Zeit es bedarf, bis die in den Röhrchen enthaltene Masse oder Flüssigkeit bis ins Innerste derselben die Temperaturen des Wasserbades angenommen oder eine bestimmte Temperatur unter der des Wasserbades erreicht hatte. Dies war nöthig, weil das tuberculöse Material nicht etwa stets eine dünnflüssige Substanz, sondern meistens eine ziemlich dicke, zähe Flüssigkeit darstellte, welche in den nicht zu weiten Röhrchen wenig beweglich war.


Fig. 1.

Um die Zeit kennen zu lernen, in welcher die Temperatur des Wasserbades bis in das Innere der in den Röhrchen enthaltenen Flüssigkeiten eindringt, mussten dementsprechend angeordnete Beobachtungen angestellt werden. Dazu haben wir besondere Thermometer anfertigen lassen, in welchen das Quecksilberreservoir (siehe nebenstehende Zeichnung) aus einem 25 cm langen dünnen Röhrchen bestand, während der Stand der sehr dünnen Quecksilbersäule an der Scala doch sicher mit dem blossen Auge abgelesen werden konnte. Der so gestaltete Thermometer konnte leicht in die bei den Versuchen benützten Röhrchen eingeführt und mit einem Cautschukringe so befestigt werden, dass die länglich geformte Cuvette des Thermometers das Centrum der Flüssigkeitssäule einnahm.

Auf solche Weise war das Eindringen der Temperatur in die in den Röhrchen enthaltene Flüssigkeit direct abzulesen.

Für die bei ungleich hohen Temperaturen ausgeführten Beobachtungen gebrauchten wir zwei Thermometer, von denen der eine Temperaturen von 70° C. bis 100° C., der andere die von 50° C. bis 80° C. zu bestimmen gestattete.

Der mit dem Röhrchen verbundene Thermometer wurde nach dem Einfüllen der Flüssigkeit in das Wasserbad eingeführt, dessen Temperatur auf der jeweilig gewünschten Höhe constant gehalten wurde, und nun das Ansteigen der Temperatur in dem Innern des Röhrchens beobachtet.

Die nachstehende Tabelle gibt eine Uebersicht der Ergebnisse, die bei verschiedenen Füllflüssigkeiten erhalten wurden.

Bad		Wasser		
93° C.	in	½	Min.	85° C.
	„	1	„	92
94	„	½	„	88
	„	1	„	92
89—88	„	½	„	81½
	„	1	„	85½
	„	1¼—1½	„	86
89½	„	½	„	85
	„	1	„	87½
	„	1¼—1½	„	88½
79	„	½	„	76½
	„	1	„	79
	„	1¼—1½	„	79
79½	„	½	„	77
	„	1	„	79
	„	1¼—1½	„	79
68½—69½	„	½	„	66
	„	1	„	69¼
	„	1¼—1½	„	69½
69—70	„	½	„	66
	„	1	„	69½
	„	1¼—1½	„	69¾
63,8—64½	„	½	„	62
	„	1	„	64¼
	„	1¼—1½	„	64½
64½	„	½	„	61
	„	1	„	64½
	„	1¼—1½	„	64¾
59—60	„	½	„	57
	„	1	„	58¾
	„	1¼—1½	„	59¾
54½	„	½	„	52¼
	„	¾	„	54
	„	1	„	54½

Bad		Milch		
93½° C	in	½	Min.	82½° C.
	„	1	„	90
	„	2	„	91
93½	„	½	„	85
	„	1	„	90
	„	1¼—1½	„	92
89—88	„	½	„	83½
	„	1	„	87
	„	1¼—1½	„	87
89	„	½	„	80
	„	1	„	86½
	„	1¼—1½	„	88
79	„	½	„	76
	„	1	„	79
	„	1¼—1½	„	79½
79	„	½	„	76½
	„	¾	„	79
	„	1¼—1½	„	79
68½—69½	„	½	„	67½
	„	1	„	69½
69—70½	„	½	„	67
	„	1	„	69½
	„	1¼—1½	„	70(½)
65	„	½	„	61
	„	1	„	64
	„	1¼—1½	„	64½
	„	2	„	65
63,8—64½	„	½	„	61
	„	1	„	64¼
	„	1¼—1½	„	64½
60	„	½	„	56
	„	1	„	59¼
	„	1¼—1½	„	59¾
54½	„	½	„	51
	„	1	„	54½
	„	1¼—1½	„	54½

Bad		Sputa caseosa tuberculosa	Bad		Leber (fein zerrieben)
99° C.	in ½ Min.	86¼° C	98½—99° C.	in ½ Min.	86° C.
	„ 1 „	97¼		„ 1 „	97¼
	„ 1¼—1½ „	98¾		„ 1¼—1½ „	98¼
94	„ ½ „	84	94—94½	„ ½ „	82¼
	„ 1 „	92¾		„ 1 „	92½
	„ 1¼—1½ „	93¾		„ 1¼—1½ „	94
88—89	„ ½ „	80	89—88½—89	„ ½ „	78½
	„ 1 „	87¾		„ 1 „	87½
	„ 1¼—1½ „	88¾		„ 1¼—1½ „	88¾
83½—84	„ ½ „	75	84½—84	„ ½ „	74
	„ 1 „	83¼		„ 1 „	83¼
	„ 1¼—1½ „	84½		„ 1¼—1½ „	84½
78½—79	„ ½ „	71¾	79—78½—79	„ ½ „	69¾
	„ 1 „	77¾		„ 1 „	77½
	„ 1¼—1½ „	78¾		„ 1¼—1½ „	78¾
69—68½—69	„ ½ „	63½	69—69½—69	„ ½ „	59½
	„ 1 „	68¼		„ 1 „	67¾
	„ 1¼—1½ „	69		„ 1¼—1½ „	69¼
64—64	„ ½ „	58½	64—64—64½	„ ½ „	58¾
	„ 1 „	63		„ 1 „	63½
	„ 1¼—1½ „	64		„ 1¼—1½ „	64¼
59—59	„ ½ „	54	59—59	„ ½ „	53½
	„ 1 „	56½		„ 1 „	57¾
	„ 1¼—1½ „	58½		„ 1¼—1½ „	58½
54	„ ½ „	51	54	„ ½ „	49
	„ 1 „	53¼		„ 1 „	53
	„ 1¼—1½ „	54		„ 1¼—1½ „	53¾

Die folgende Tabelle gibt an, in welcher Zeit ein mit Wasser gefülltes, mit dem Thermometer verbundenes Röhrchen, das in kochendes Wasser eingetaucht wurde, im Innern die Temperaturen erreicht hatte, welche wir in unseren Experimenten anwenden wollten. Hiernach erreicht das Innere des Wassers im Röhrchen:

In	etwa	6	Secunden	50°	In	etwa	14	Secunden	80°
„	„	7	„	55°	„	„	18	„	85°
„	„	8	„	60°	„	„	22	„	90°
„	„	9	„	65°	„	„	30	„	95°
„	„	11	„	70°	„	„	60	„	99½°

Ich möchte hierbei noch besonders daran erinnern, dass es grosser Aufmerksamkeit und Sorgfalt bedarf, um die oben zusammengestellten Wahrnehmungen zu machen, und dass insbesondere bei der letzten Versuchsreihe ein Uebersehen von einer Secunde schon zu namhaften Beobachtungsfehlern Veranlassung gibt.

Ausgehend von den oben gemachten Ueberlegungen, und ausgerüstet mit den Erfahrungen, welche wir über das Erwärmen von Flüssigkeiten gewonnen hatten, haben wir getrachtet, die von uns aufgeworfene Frage auf experimentelle Weise zu beleuchten.

Dem Zwecke also unserer Untersuchungen entsprechend, musste bestimmt werden, bei welcher Temperatur unter 100° C. und in welcher Zeit die Tuberkelbacillen absterben, wenn sie in Milch vorkommen.

Zur Ausführung der nöthigen Versuche stehen uns zwei Wege offen.

1. Man kann Reinculturen von Tuberkelbacillen auf die gewünschte Temperatur erwärmen und danach auf dem Wege der Impfung auf frisches Nährmaterial untersuchen, ob sie noch proliferationsfähig sind.

2. Man kann tuberculöses Material eine bestimmte Zeit lang auf eine bestimmte Temperaturhöhe erhitzen und mit der erhitzten Substanz Versuchsthiere impfen, um zu sehen, ob dadurch eine tuberculöse Erkrankung der Thiere hervorgerufen wird.

Die erste Art des Experimentirens ist viel leichter und erfordert viel kürzere Zeit. Man könnte so einmal eine grosse Reihe von Versuchen gleichzeitig vornehmen. Man würde ferner in einer relativ sehr kurzen Zeit die jedesmaligen Versuchsergebnisse erzielen.

Allein ein solches Verfahren bietet auch viele Unsicherheiten dar. Denn die Tuberkelbacillen entwickeln sich einerseits nur auf wenigen künstlichen Nährmedien, und bekanntlich hier nicht stets mit aller Sicherheit.

Aus dem Nichtaufkommen von neuen Culturen kann man daher nicht mit voller Bestimmtheit schliessen, dass die

Temperatur, welche eingewirkt hatte, im Stande war, die Bacillen zu tödten. Der Tod oder die mangelhafte Entwickelung kann auf anderen, nicht zu findenden Ursachen beruhen.

Eine sichere Antwort auf die Frage, ob die Tuberkelbacillen durch eine bestimmte Behandlungsweise getödtet wurden oder nicht, lässt sich bei der Impfung auf empfindliche Thiere erwarten, indem hiebei nach allen Erfahrungen eine tuberculöse Erkrankung an der Impfstelle oder weiterhin im Thiere auftritt, vorausgesetzt, dass eine einigermaassen genügende Menge des virulenten tuberculösen Materiales gebraucht wird. Wo noch Zweifel bestehen bleiben sollten, ist man zudem hier im Stande, durch Ueberimpfung auf frische, gesunde Thiere die Ergebnisse zu controlliren. Hierzu kommt noch, dass vielleicht tuberculöses Material, das von verschiedenem Ursprunge ist, auch einen verschiedenen Grad von Virulenz besitzen kann, und dass möglicherweise saprophytisch gewachsene Tuberkelbacillen einen anderen Grad von Virulenz besitzen, als die, welche im thierischen Organismus ihre Entwickelung gefunden haben.

Es war sonach von vornherein in unserem Falle der angewiesene Weg zu unseren Versuchen nicht Reinculturen von Tuberkelbacillen, sondern tuberculöses Material von Thieren u. s. w. anzuwenden, das durch Impfungen auf Versuchsthiere übertragen wurde. Wie aus der allgemeinen Beschreibung unserer Experimente, welche hier folgt, hervorgeht, haben wir eine grosse Anzahl Thiere opfern müssen.

Wir durften uns nicht scheuen, stets aufs Neue durch Ueberimpfungen auf neue Thiere — wenn einiger Zweifel in Betreff der Art der bei der Section erhaltenen pathologisch-anatomischen Veränderungen bestand — nachzugehen, ob die Versuchsthiere an Tuberculose erkrankt waren oder nicht.

Da bekanntlich Meerschweinchen für Impftuberculose, wenn die Impfung intraperitoneal ausgeführt wird, sehr empfänglich sind, so wurden diese Thiere für unsere Versuche gewählt. Ich bemerke hierzu der Vollständigkeit halber noch, dass im hiesigen hygienischen Institute niemals — worauf bei den

verschiedenen Untersuchungen von Prof Forster stets geachtet wurde — spontane Tuberculose bei Meerschweinchen wahrgenommen worden ist.

Soviel als möglich wählten wir junge Thiere, da bekanntlich diese, nach vielerlei Erfahrungen, gegenüber der Einwirkung des tuberculösen Virus noch empfindlicher sind als die erwachsenen Thierchen.

Die verwendeten Thiere befanden sich stets längere Zeit vorher im Laboratorium, und erst, wenn sie sich an die Nahrung und andere Verhältnisse daselbst gewöhnt hatten, wurden sie in die sorgfältig gereinigten und desinficirten Versuchskäfige gebracht, worin sie nach der Impfung bis zum Tode verblieben.

Was das für die Impfungen gebrauchte tuberculöse Material angeht, so war dies von verschiedenem Ursprunge.

Jedesmal wurde vor dessen Anwendung durch die mikroskopische Untersuchung die Anwesenheit von Tuberkelbacillen constatirt.

Die Virulenz wurde stets durch Impfung einiger Thiere (Controllthiere) mit dem nicht behandelten (nicht erwärmten) Materiale festgestellt.

Um soviel wie möglich die natürlichen Verhältnisse bei der eventuellen Infection des Menschen nachzuahmen, wurde selbstverständlich zu den Versuchen vorzugsweise virulente Milch oder Saft aus den Eutern von geschlachteten perlsüchtigen Kühen gebraucht, deren Virulenz sich immer als sehr gross erwies. In allen Fällen nämlich starben die geimpften Controllthiere nach kurzer Frist in der Zeit von wenigen Wochen.

Die Euter erhielten wir durch die gütige Vermittlung des Herrn van der Sluijs, Unterdirector des hiesigen städtischen Schlachthauses, von frisch geschlachteten Thieren, die bei der Schlachtung an allgemeiner Perlsucht mit tuberculöser Mastitis leidend befunden wurden.

Das Euter wurde, nachdem dessen Aussenfläche mit einem glühenden Messer sterilisirt worden war, mit grossen Längsschnitten gespalten; von den Schnittflächen wurde der austretende milchige Saft mit einem sterilisirten Löffel gesammelt. Floss

nur wenig Saft aus, so wurde die Schnittfläche mit der Kante des Löffels abgekratzt.

Auf solche Weise wurde meist eine reichliche Menge einer dicken milchigen oder rahmigen Flüssigkeit gewonnen, die völlig gleichmässig gemengt war.

Ausser Milch und Eutersaft benützten wir weiter noch tuberkelbacillenhaltige Sputa von Phthisikern und Perlsuchtknoten von der Pleura von Rindern. Letztere beiden Substanzen wurden in einem sterilisirten Mörser zu einem dünnen, gleichmässigen Brei feingerieben. War der Brei nicht genügend dünn, so wurde er mit etwas sterilisirter physiologischer Kochsalzlösung vermischt. Das so flüssig gemachte Material wurde nun in sterilisirte gläserne Röhrchen von einem Lichten-Durchmesser von etwa 2 mm gebracht und die beiden zu Capillaren ausgezogenen Enden zu geschmolzen, wobei natürlich gesorgt wurde, dass der Röhrcheninhalt nicht erwärmt wurde.

Zum Schlusse wurden die auf solche Weise vorbereiteten Röhrchen zum Erwärmen in das oben beschriebene Wasserbad untergetaucht, das vorher auf die gewünschte Temperatur gebracht war und auf dieser genau erhalten wurde.

Sobald die Erwärmung die beabsichtigte Zeit lang gedauert hatte, gerechnet von der Zeit, in der die centrale Säule des Röhrcheninhalts die Versuchstemperaturen erreicht hatte, wurden die Röhrchen rasch aus dem Wasserbade genommen und sofort in kaltem strömenden Wasser auf ungefähr 10—12° C. abgekühlt.

Die Frage war nun, mit welchen Temperaturen die Pasteurisirungs-Versuche auszuführen waren. Die richtige Auswahl der anzuwendenden Temperaturen war bei unseren Versuchen besonders von Bedeutung, da die Versuchs- oder Impfungsergebnisse erst nach Wochen oder selbst Monaten erhalten werden konnten. Bei den einzelnen Versuchsreihen konnten sonach die Resultate der vorausgehenden nicht die Anhaltspunkte für die Anordnung der unmittelbar folgenden Versuche liefern.

Wie schon anfangs gezeigt wurde, herrschten über die Temperatur, bei welcher die Tuberkelbacillen absterben, sehr

verschiedene Ansichten; aber namentlich aus den Untersuchungen von May und Aufrecht konnte man mit Sicherheit ableiten, dass die Kochhitze oder eine Temperatur nahe bei 100° C. schon bei kurzer Einwirkung nicht vom tuberculösen Material ertragen wird.

Auf der andern Seite hatte Prof. Forster bei ein paar vorläufigen Versuchen, die im Jahre 1888 an Meerschweinchen angestellt worden waren, die Erfahrung gemacht, dass das eine Minute dauernde Erhitzen von Milch aus einem tuberculösen Euter auf eine Temperatur von ungefähr 80° C. deren Virulenz noch nicht vernichtet; nach den Versuchen von Yersin[1]), welcher Culturen von Tuberkelbacillen durch zehn Minuten lang dauernde Erhitzung auf 70° C. zum Absterben brachte, musste jedoch angenommen werden, dass eine Temperatur von 70° C., wenn sie nur längere Zeit einwirken konnte, auch die Tuberkelbacillen abtödte, die in tuberculösen Producten enthalten waren.

Die Impfungen wurden anfänglich subcutan oder intraperitoneal gemacht; später wurde die zu impfende Masse nur mehr in die Peritonealhöhle eingeführt.

Die Eröffnung der letzteren geschah unter strengsten antiseptischen Cautelen.

Erst wurden die Haare wegrasirt, und dann die Haut stets mit Sublimatlösung von 1‰ gereinigt; Hände und Instrumente wurden jedesmal sorgfältig desinficirt, und nach jeder Operation wurde Alles, was gebraucht worden war, gründlich ausgekocht.

Die letzte Flüssigkeit, womit Haut und Wunde in Berührung kam, war sterilisirtes destillirtes Wasser, um ja Sorge zu tragen, dass nicht etwa chemische Agentien einen deletären Einfluss auf die tuberculöse Masse ausüben konnten.

Die Peritonealwunde wurde stets mit Catgut, die der Muskeln und der Haut mit Seide geheftet.

Zuletzt wurde die Wunde mit sterilisirter Kohle bedeckt.

Wenn wir eine Reihe Thiere hintereinander impften, sorgten wir soviel wie möglich auch noch dafür, dass erst die Thiere

1) a. a. O.

geimpft wurden, welchen das der höchsten Temperatur ausgesetzte tuberculöse Material eingeimpft werden musste. Waren die Erhitzungstemperaturen die gleichen, so wendeten wir erst das Material an, das die längste Zeit hindurch auf der Versuchs-Temperatur gehalten worden war. Jede Versuchsreihe wurde mit der Impfung der Controllthiere beschlossen, so dass also das nicht erwärmte tuberculöse Material stets zuletzt gebraucht wurde. Dies alles geschah, um jede zufällige Infection möglichst auszuschliessen. Anfänglich wurden die Versuchsthiere jede Woche zweimal gewogen; aber da sich zeigte, dass die Differenzen im Gewicht oft sehr unbedeutend waren, geschah die Wägung später nur mehr alle acht Tage.

Aus dem Verhalten des Körpergewichts konnten wir bei Lebzeit der Thiere noch meistens mit Sicherheit erkennen, ob eine (tuberculöse) Erkrankung erfolgte oder nicht. Da wir nahezu nur junge Thiere gebraucht hatten, so nahmen anfangs dieselben fast immer an Gewicht zu, wenn auch natürlich hie und da Schwankungen im Gewicht wahrgenommen wurden.

Beobachtete Differenzen des Körpergewichts konnten theilweise der Thatsache zugeschrieben werden, dass einmal die Wägung vor der Fütterung vorgenommen worden war, dann wieder nach derselben, oder auch, weil Defäcation oder Harnentleerung stattgefunden hatte. Auch wurde erklärlicher Weise wahrgenommen, dass das Körpergewicht sich anfangs verminderte und etwa nach einer bis zwei Wochen wieder zunahm, wenn auch späterhin bei der Section keine Spur von tuberculösen Processen sich erkennen liess.

Hier handelte es sich offenbar um Einwirkung vorübergehender Art. In diesen Fällen musste die eine oder andere Intoxication oder Infection im Spiele gewesen sein, wodurch der Organismus einige Zeit hindurch in abnormale Verhältnisse gebracht worden war.

In erster Linie muss hier daran gedacht werden, dass die Bacterien-Proteïne und die Gewebsbestandtheile, welche die Tuberkelbacillen in unseren Versuchen immer begleiteten, für die Versuchsthiere nicht ganz indifferent waren. In einzelnen Fällen

entstanden durch sie zweifellos pathologisch-anatomische Veränderungen, auf welche wir bei der Beschreibung der Sectionsprotocolle noch näher zurückkommen werden, welche aber, wie ich hier gleich bemerken will, nach den Ergebnissen der Überimpfungen nichts mit einer tuberculösen Infection zu thun hatten. Dass, insbesondere nach der Impfung mit Sputa, einige Thiere wenige Tage nach der Operation erlagen, brauche ich hier nur zu erwähnen. Geschah dies, so wurde die Impfung in der Regel wiederholt.

Nachstehend gebe ich nun die Versuche in der Reihenfolge, wie sie vorgenommen wurden.

Versuche.

I. Versuchsreihe.

Versuch 1.

29. September 1891. Gesalzene Perlsuchtknoten, fein zerschnitten und mit sterilisirter physiologischer Kochsalzlösung zu einem dünnen Brei zerrieben; hiermit zwei Meerschweinchen geimpft, das eine, Nr. 1, subcutan, das andere, Nr. 2, intraperitoneal. Nr. 1 wurde am 4. November durch Chloroformeinathmung getödtet, Nr. 2 ist am 10. October gestorben.

Bei der Section zeigt sich folgender Befund: Nr. 1. In der Inguinalfurche befindet sich eine vergrösserte Drüse, die auf dem Durchschnitte ein höckeriges Aussehen hat, durch kleine graue Knötchen. Diese Knötchen findet man auch in der Leber und in der Milz.

Bei mikroskopischer Untersuchung findet man in diesen Knötchen zahlreiche Tuberkelbacillen. Diagnose: Miliartuberculose der Milz und Leber. Nr. 2: In der Bauchhöhle findet man eingekapselt eine Masse, in käsig-eitriger Einschmelzung begriffen. In der Leber und Milz findet man viele kleine graue Knötchen, welche bei mikroskopischer Untersuchung eine grosse Anzahl Tuberkelbacillen enthalten. Diagnose: Miliartuberculose der Leber und Milz.

Versuch 2.

30. September. Impfung von 4 Meerschweinchen mit dem gleichen Brei aus den Perlsuchtknoten, nachdem er je $2\frac{1}{2}$ und 4 Stunden auf 60° C. erhitzt worden war.

Bei der Section der durch Chloroform getödteten Thiere, welche resp. am 22. December, 26. November, 22. December und 25. November stattfand, wurden die Thierchen völlig gesund befunden.

II. Versuchsreihe.

Versuch 3.

24. October. Zwei Meerschweinchen, Nr. 1 und 2, geimpft mit dem aus dem Euter einer perlsüchtigen Kuh erhaltenen Safte. Das Euter war theilweise narbig verhärtet, theilweise voll käsiger Herde. Nr. 1 getödtet

22. December. Bei der Section findet man Miliartuberculose der Inguinaldrüse, des Peritoneums und Omentums, der Leber, Milz und Lungen. Nr. 2: Miliar-Tuberculose des Peritoneums, Omentums, der Leber, Milz und Lungen.

Versuch 4.

Am gleichen Tage, dem 24. October, wurden vier Thierchen mit dem Eutersafte geimpft, der auf die oben beschriebene Weise 4 und 6 Stunden lang auf 60° C. erhitzt worden war. Bei der Section, die nach der Tödtung der Versuchsthiere am 30. Januar 1892 vorgenommen wurde, konnte keine Spur von tuberculöser Erkrankung an einem der Thiere entdeckt werden.

III. Versuchsreihe.

Versuch 5.

28. October. 2 Meerschweinchen geimpft mit dem Safte aus einem tuberculös erkrankten Euter. Bei der am 28. November und 22. December erfolgten Section derselbe Befund wie in Versuch 3.

Versuch 6.

28. October. Impfung mit dem gleichen Safte, der vorher eine Stunde lang auf 80° C. erhitzt worden war. Getödtet 30. Januar 1892. Keine Spur von Tuberculose, überhaupt von einer Erkrankung.

Versuch 7.

30. October. Impfung mit demselben Materiale, das eine Stunde auf 80° C. erhitzt worden ist. Getödtet 30. Januar 1892. Keine Spur von Tuberculose.

Versuch 8.

30. October. Zwei Meerschweinchen, Nr. 1 und 2, intraperitoneal geimpft mit dem gleichen Safte, nachdem er 6 Stunden lang auf 60° C. erhitzt worden war.

Nr. 2 stirbt am 2. November infolge der Operation. Nr. 1 wird am 1. Februar 1892 getödtet; bei der Section wird das Thier völlig frei von Tuberculose befunden.

Versuch 9.

30. October. 2 Thierchen geimpft mit dem Safte der 12 Stunden lang auf 60° C. gehalten worden war.

Nr. 1 und Nr. 2 werden am 1. Februar 1892 getödtet; beide Thiere werden völlig gesund befunden.

Versuch 10.

30. October. 2 Thierchen geimpft mit dem Safte, nachdem dieser 24 Stunden lang auf 60° C. erhitzt worden war.

Nr. 1 und 2 werden am 1. Februar 1892 getödtet; sie erweisen sich bei der Section als völlig gesund.

Versuch 11.

30. October. 2 Meerschweinchen geimpft mit dem Eutersafte, der 2 Stunden lang auf 80° C. erhitzt worden ist.

Beide Thiere werden am 30. Januar 1892 getödtet und vollkommen frei von Tuberculose befunden.

Versuch 12.

30. October. 2 Meerschweinchen geimpft mit dem tuberculösen Eutersafte, der 4 Stunden lang bei 80° C. gehalten worden war.

Es wird getödtet Nr. 1 am 30. Januar 1892 und Nr. 2 am 1. Februar; beide Thiere sind ebenfalls frei von Tuberculose.

IV. Versuchsreihe.

Versuch 13.

Am 7. December werden 2 Meerschweinchen mit dem Safte aus einem tuberculös erkrankten Euter einer perlsüchtigen Kuh geimpft. Die beiden Thiere sterben am 5. Januar 1892 spontan. Bei der Section findet man eine ausgebreitete Tuberculose des Omentums und Peritoneums, sowie Tuberculose (graue und theilweise verkäste Tuberkel) der Leber und der Milz.

Versuch 14.

Vorher schon, am 4. December, war von dem gleichen Safte, der erst eine Stunde lang auf 60° C. erhitzt worden war, ein Thier geimpft worden. Dieses wurde getödtet am 5. März. Bei der Section fanden sich einige (2 à 3) kleinere unregelmässig geformte Knötchen im Omentum. Bei der mikroskopischen Untersuchung fanden sich keine Tuberkelbacillen.

Sicherheitshalber wurde am 5. März mit einem Theile dieser Knötchen ein gesundes Meerschweinchen geimpft.

Dieses Thier stirbt am 20. März; bei der Section aber zeigt sich keine Spur von Tuberculose.

Versuch 15.

5. December. Impfung von 2 Meerschweinchen mit demselben Safte, der 2 Stunden lang bei 60° C. gehalten worden war.

Bei der Section von Versuchthier Nr. 1, das am 8. Februar getödtet wurde, zeigt sich folgender Befund: Zwei kleine gelbgefärbte Knötchen befinden sich am Peritoneum in der Nähe der Impfstelle; einige grössere und kleinere Knötchen sind in der Milz und einige sehr kleine Knötchen in der Leber sichtbar. Bei der mikroskopischen Untersuchung sind keine Tuberkelbacillen zu entdecken. Indessen wird am 9. Februar ein gesundes Meerschweinchen mit einem Theile der fein gehackten Knötchen geimpft, dieses am 15. Februar getödtet, da es sterbend ist. Bei der Section zeigen sich die Malpighischen Körperchen der Milz stark angeschwollen, und findet man einige sehr kleine weisse Knötchen in der Leber. Der Darm war an der Stelle des Coecums durch eine sero-fibrinöse Entzündung an der vorderen Bauchwand adhärirt. In den Knötchen konnten keine Tuberkelbacillen nachgewiesen werden.

Nr. 2 wurde am 5. März 1892 getödtet. Bei der Section fanden wir zwei unregelmässig geformte Knötchen im Omentum. Mit diesen Knötchen wird am 5. März ein Meerschweinchen geimpft, bei dessen Section am 26. Mai sich keine Spur von Tuberculose zeigt.

Versuch 16.

5. December. 2 Meerschweinchen geimpft mit dem Safte eines tuberculösen Euters, der 3 Stunden lang auf 60° C. erhitzt worden ist.

Nr. 2 wird getödtet am 8. Februar 1892 und erweist sich bei der Section frei von Tuberculose. Nr. 1 wird am 5. März getödtet. Die Section liefert folgenden Befund: Zwei kleine unregelmässig geformte Knötchen im Omentum; keine Tuberkelbacillen zu finden.

Sicherheitshalber wird am 5. März wieder ein gesundes Thier mit einem aus diesen Knötchen bereiteten Brei geimpft.

Dieses Thier stirbt am 16. März. Bei der Section findet man haemorrhagische Infarcte in Leber, Milz und Lungen, keine Tuberkel und mikroskopisch keine Tuberkelbacillen.

Versuch 17.

Am 8. December wird noch ein Thier mit dem gleichen Safte geimpft, der eine Stunde lang auf 60° C. erhitzt worden ist.

Dieses Meerschweinchen wird am 8. Februar 1892 getödtet. Die Section ergibt keinerlei tuberculöse Veränderungen.

V. Versuchsreihe.

Versuch 18.

7. December. 2 Meerschweinchen geimpft mit den Sputa eines Phthisikers.

Nr. 1 stirbt 9. December an einer sero-fibrinösen Peritonitis.

Nr. 2 stirbt 16. December. Hier zeigt sich bei der Section eine beginnende Tuberculose der Bauchorgane (kleine graue Tuberkel an den membranösen Theilen).

Versuch 19.

5. Dec. Mit den gleichen tuberculösen Sputa, nachdem sie 2 Stunden und 10 Minuten lang auf 60° C. erhitzt worden waren, wurden 2 Meerschweinchen geimpft.

Nr. 2 stirbt am 17. Januar 1892. Bei der Section können keinerlei tuberculöse Veränderungen erkannt werden; auch die mikroskopische Untersuchung gibt keine Tuberkelbacillen Das Peritoneum war allerdings nicht glänzend, wie gewöhnlich der Fall ist, sondern sah ein wenig getrübt aus.

Deswegen werden am 19 Januar 1892 2 Thiere mit einem Theile des Peritoneums und Mesenteriums geimpft.

Von diesen wird Nr. 2 am 22. März getödtet. Bei der Section keine Spur von Tuberculose.

Nr. 2b wird getödtet am 3. Mai, keine Spur von Tuberculose.

Nr. 1 wird getödtet am 5. März. Auch hier zeigt sich keine Spur von Tuberculose.

Versuch 20.

5. December. Es werden mit denselben tuberculösen Sputa, nachdem sie 3 Stunden lang auf 60° C. gehalten worden waren, 2 Meerschweinchen geimpft.

Nr. 2. wird getödtet am 8. Februar und bei der Section völlig gesund befunden.

Nr. 1 wird getödtet am 5. März. Hier sind wieder einige unregelmässig geformte Knötchen in der Leber und in der Milz zu finden, jedoch nicht im Omentum.

Auch hier wird von den Knötchen am 5. März wieder ein Thierchen geimpft.

Dies wird am 28. Mai getödtet, bei der Section aber völlig gesund befunden.

Versuch 21.

7. December. 2 Meerschweinchen geimpft mit den tuberculösen Sputa, die zuvor eine Stunde lang auf 60° C. gehalten worden waren.

Nr. 1 wird getödtet am 8. Februar. Bei der Section findet man eines der Leberläppchen anämisch, gelb gefärbt, körnig (hämorrhagischer Infarct). Keine Tuberkelbacillen. Am 9. Februar wird mit einem Theile dieser pathologischen Producte ein Thier geimpft. Dieses stirbt schon am 13. Februar und zeigt bei der Section wieder hämorrhagische Infarcte in der Leber. Keine Tuberkelbacillen. Eine Stichcultur auf Gelatine gibt ein negatives Resultat.

Nr. 2 wird getödtet am 5. März. Bei der Section wird ebenfalls ein hämorrhagisches Infarct in der Leber gefunden; keine Tuberkelbacillen. Mit einem Theile des Infarctes wird am 5. März eine Impfung an einem gesunden Meerschweinchen ausgeführt. Das Letztere wird am 28. Mai getödtet und vollkommen frei von irgendwelchen tuberculösen Veränderungen gefunden.

VI. Versuchsreihe.

Versuch 22.

6. Februar 1892. 2 Meerschweinchen geimpft mit dem Safte aus einem erkrankten Euter einer perlsüchtigen Kuh.

Nr. 1 stirbt am 15. März; es zeigt sich bei der Section eine Peritonitis und Omentitis tuberculosa, reichliche graue (Miliar-) Tuberkel im Mesenterium, Leber und Milz.

Nr. 2 stirbt am 25. Februar. Auch hier ausgebreitete Peritonitis und Omentitis tuberculosa, Tuberkel in der Leber, Milz und im Mesenterium. Adhaesionen zwischen dem Unterrande der Leber und dem Peritoneum parietale. Kleine subpleurale Tuberkel und viel seröse Flüssigkeit in der Brusthöhle.

Versuch 23.

6. Februar. Impfung mit dem gleichen Safte, nachdem er eine Viertelstunde lang auf 60° C. erhitzt worden war.

Nr. 1 stirbt am 16. April. Bei der Section zeigt sich folgender Befund: Peritonitis und Omentitis tuberculosa, Tuberkel im Mesenterium, Milz, Leber und Lungen. Zahlreiche necrotische und käsige Heerde in Leber und Milz.

Nr. 2 stirbt 14. April. Der gleiche Befund wie bei Nr. 1

Versuch 24.

6. Februar. Impfung mit demselben Safte, nachdem er eine halbe Stunde lang auf 60° C. erhitzt worden war.

Nr. 1 stirbt 13. Mai. Bei der Section finden sich zahlreiche graue Tuberkel im Mesenterium, Omentum, Milz, Leber, weniger in den Lungen.

Das Peritoneum parietale ist anscheinend frei von Tuberkeln.

Nr. 2 stirbt 1 Mai. Es zeigen sich hier ebenfalls in der Milz, Leber und in den Lungen viele graue (Miliar-) Tuberkel.

Im Omentum sind Tuberkel nicht deutlich zu erkennen, wohl findet man aber in den Rändern grössere unregelmässig geformte Knötchen.

Das Mesenterium war mehr oder wenig opalescirend, schien aber, wie auch das Peritoneum parietale, frei von Tuberkeln zu sein. Auch in dem Diaphragma konnten keine Tuberkel erkannt werden. In den Lungen jedoch fanden sich viele Tuberkel, welche hie und da schon in Verkäsung begriffen waren.

Versuch 25.

6. Februar. Geimpft zwei Meerschweinchen mit dem 3/4 Stunden lang auf 60° C. erhitzten Safte.

Nr. 1 wird getödtet am 21. Mai. Bei der Section zeigt sich eine deutliche Tuberculose der Milz und Leber, des Omentums und auch der Lungen. Peritoneum und Mesenterium ist frei von Tuberkulose.

Nr. 2 getödtet 3. Mai Tuberculose der Milz, Leber und der Lungen. An den Rändern des Omentums findet man Tuberkel, die in Verkäsung begriffen sind.

Peritoneum und Mesenterium zeigt keine deutlichen tuberculösen Veränderungen.

Versuch 26.

Am 8. Februar werden 2 Meerschweinchen geimpft mit dem Safte, nachdem dieser eine Stunde lang auf 50° C. gehalten worden war.

Nr. 1 stirbt am 6. März. Es zeigt sich bei der Section, dass das Peritoneum und Omentum tuberculös erkrankt ist, und dass zahlreiche Tuberkel im Mesenterium, in der Leber und in der Milz anwesend sind.

Nr. 2 stirbt 25. Februar, wobei die gleichen Veränderungen wie bei Nr. 1 gefunden werden.

Versuch 27.

Am 8. Februar werden 2 Thierchen mit dem 3 Stunden lang auf 50° C. erhitzten Safte geimpft.

Nr. 1 stirbt am 31. März; hier zeigt sich eine ausgebreitete Miliartuberculose im Peritoneum und Omentum, der Leber und Milz.

Diesmal ist auch in den Lungen der tuberculöse Process weit entwickelt.

Nr. 2 stirbt 15. März. Es wird derselbe Befund wie bei Nr. 1 erhalten.

Versuch 28.

Am 9. Februar werden 2 Meerschweinchen geimpft mit demselben Safte, der vorher 12 Stunden lang auf 50° C. erhitzt worden ist.

Nr. 1 stirbt am 15. Februar an einer Peritonitis sero-fibrinosa.

Nr. 2 wird am 17. Mai getödtet. Hiebei ist der Sectionsbefund: Tuberculose der Milz, Leber und Lungen, des Omentums, Diaphragmas, Mesenteriums, Peritoneum parietale insbesondere in der Umgebung der Milz.

VII. Versuchsreihe.

Versuch 29.

Am 2. März 1892 werden 2 Meerschweinchen mit den Sputa eines Phthisikers geimpft.

Nr. 1 stirbt am 31. März; bei der Section zeigt sich folgender Befund: Tuberculose des Peritoneums und Omentums; Tuberkel in der Milz, Leber und Lungen.

In den Lungen ist der Process nicht so ausgebreitet wie in den Bauchorganen.

Nr. 2 stirbt am 5. April und zeigt sich im grossen Ganzen der gleiche Befund wie bei Nr. 1.

Versuch 30.

Am 3. März werden 2 Thiere geimpft mit den Sputa, welche eine Stunde lang auf 55° C. erhitzt worden sind.

Nr. 1 stirbt am 29. April. Bei der Section findet man graue und verkäste Tuberkel in der Leber, Milz und den Lungen. Das Omentum zeigt nur an den Rändern Knötchen.

Das Mesenterium und Peritoneum parietale ist frei von sichtbaren tuberculösen Veränderungen; nur rechts im Peritoneum parietale findet man einzelne Tuberkel.

Nr. 2 stirbt 14. Mai, und es zeigt sich bei der Section eine Tuberculose des Peritoneums und Omentums, der Leber, Milz und Lungen.

Versuch 31.

Am 3. März werden 2 Meerschweinchen geimpft mit den Sputa, welche 3 Stunden lang auf 55° C. erhitzt worden sind.

Nr. 2 wird getödtet am 3. Mai, und man findet bei der Section Tuberkel in der Milz, einzelne in der Leber, auch in den Lungen. Das Omentum, Peritoneum parietale und das Mesenterium ist frei von Tuberculose.

Nr. 1 wird getödtet am 28. Mai, und zeigt sich derselbe Befund wie bei Nr. 2.

Versuch 32.

Am 3. März werden mit den Sputa, welche 6 Stunden lang auf 55° C. gehalten worden sind, zwei Meerschweinchen geimpft, und werden diese getödtet:

Nr. 2 am 3. Mai. Bei der Section wird keine Spur von Tuberculose gefunden.

Nr. 1 am 28. Mai getödtet. Keine Tuberculose.

VIII. Versuchsreihe.

Versuch 33.

Am 21. Mai werden 2 Meerschweinchen geimpft mit den Sputa eines Phthisikers.

Nr. 1 stirbt 6. Juni. Bei der Section findet sich: Miliartuberculose der Milz, Leber und des Peritoneums und Mesenteriums.

Nr. 2 stirbt am 7. Juni, und man findet das Gleiche wie bei Nr. 1.

Versuch 34.

Am 21. Mai werden 2 Meerschweinchen geimpft mit den Sputa, welche $^3/_4$ Stunden lang auf 65° C. gehalten waren.

Nr. 2 wird am 23. August getödtet und zeigt bei der Section keine Spur von Tuberculose.

Nr. 1, 10. November getödtet, wird bei der Section ebenfalls völlig gesund befunden.

Versuch 35.

Am 21. Mai. Impfung zweier Thierchen mit den Sputa, welche $^1/_4$ Stunde auf 65° C. erwärmt worden sind

Nr. 1 wird am 23. August getödtet; man findet bei der Section keine pathologisch-anatomischen Veränderungen.

Nr. 2 wird am 24. Februar 1893 getödtet und bei der Section findet man keine Spur von Tuberculose.

Versuch 36.

21. Mai. Impfung zweier Meerschweinchen mit den Sputa, welche 5 Stunden lang auf 55° C. erhitzt sind.

Nr. 2 wird 23. August getödtet; bei der Section keine Spur von Tuberculose.

Nr. 1 wird 10. November getödtet; bei der Section auch hier keine pathologisch-anatomischen Veränderungen.

Versuch 37.

21. Mai. Impfung zweier Meerschweinchen mit den Sputa, welche 4 Stunden lang auf 55° C. erhitzt sind.

Am 23. August wird Nr. 1 getödtet; bei der Section wird das Thier völlig gesund befunden.

Nr. 2 wird getödtet am 24. Februar 1893 und bei der Section völlig gesund befunden.

IX. Versuchsreihe.

Versuch 38.

Am 10. Juni 1892 wurden 2 Meerschweinchen geimpft mit den Sputa eines Phthisikers.

Nr. 2 stirbt 28. Juni. Bei der Section zeigt sich folgender Befund: Miliartuberculose der Milz, Leber, des Omentums, Peritoneums und der Lungen.

Nr. 1 stirbt 1. Juli, bei der Section derselbe Befund wie bei Nr. 2.

Versuch 39.

Am 7. Juni werden mit den gleichen Sputa, welche 10 Minuten lang auf 70° C. erhitzt worden waren, zwei Meerschweinchen geimpft.

Am 25. August wird Nr. 2 getödtet und bei der Section völlig gesund befunden.

Am 24. Februar 1893 wird Nr 1 getödtet; bei der Section zeigt sich keine Spur von Tuberculose.

Versuch 40.

Am 8. Juni werden mit den Sputa, welche 10 Minuten lang auf 80° C. gehalten waren, 2 Meerschweinchen geimpft.

Am 15. Juni stirbt Nr. 2 Bei der Section werden keine pathologisch-anatomischen Veränderungen wahrgenommen.

Am 10. November wird Nr. 1 getödtet und zeigt bei der Section keine Spur von Tuberculose.

Versuch 41.

Am 8. Juni werden 2 Meerschweinchen mit den Sputa, welche 5 Minuten lang auf 80° C. gehalten waren, geimpft.

Am 25. August wird Nr 2 getödtet; bei der Section zeigt sich keine Spur von Tuberculose.

Am 24. Februar wird Nr. 1 getödtet; bei der Section keine Spur von Tuberculose.

Versuch 42.

Am 9. Juni werden mit den Sputa, welche 2 Minuten lang auf 90° C erhitzt sind, 2 Meerschweinchen geimpft.

Am 25. August wird Nr. 2 getödtet und bei der Section völlig gesund befunden.

Nr. 1 wird getödtet am 24. Februar; bei der Section findet man keine pathologisch-anatomischen Veränderungen.

Versuch 43.

Am 9. Juni werden mit den Sputa, die 5 Minuten lang auf 90° C. erhitzt sind, zwei Meerschweinchen geimpft.

Nr. 2 wird am 25. August getödtet und völlig gesund befunden.

Am 10. November 1892 wird Nr. 1 getödtet; es zeigt sich bei der Section keine Spur von Tuberculose.

Versuch 44.

Am 10. Juni werden mit diesen Sputa, welche eine Minute lang auf 95° C. erhitzt sind, zwei Meerschweinchen geimpft.

Nr. 2 wird am 25. August getödtet; bei der Section keine Spur von Tuberculose.

Nr. 1 stirbt am 10. December 1892; bei der Section findet man hämorrhagische Infarcte im Omentum, in der Milz und Leber. Keine Tuberculose.

X. Versuchsreihe.

In dieser Versuchsreihe wurden 10 Thierchen geimpft, nämlich:

Versuch 45.

25. Juli. 2 Meerschweinchen mit tuberculösen Sputa.

Die Controllthierchen starben am 12. August und 21. August (das letztere wurde getödtet). Bei der Sektion zeigte sich bei beiden eine ausgebreitete Miliartuberculose des Peritoneums, des Omentums, der Leber und des Diaphragmas; auch in den Lungen fanden sich ziemlich zahlreiche graue Tuberkel.

Versuch 46.

25. Juli. 2 Meerschweinchen mit den obigen Sputa, welche in Röhrchen eingeschlossen in ein Wasserbad von 100° C. gebracht und sobald die Temperatur im Röhrchen 98° C. erreicht hatte, herausgenommen und abgekühlt worden waren.

Nr. 2 wird am 11. November getödtet und bei der Section völlig gesund befunden.

Nr. 1 wird am 28. Februar 1893 getödtet; bei der Section keine pathologisch-anatomischen Veränderungen.

Versuch 47.

25. Juli. 2 Meerschweinchen mit den gleichen Sputa geimpft, welche in derselben Weise wie in Versuch 46 behandelt wurden, nur mit dem Unterschiede, dass, sobald die Temperatur im Röhrchen 95° C. erreicht hatte, diese aus dem kochenden Wasser genommen und abgekühlt wurden.

Nr. 1 wird am 11. November getödtet; bei der Section keine Spur von Tuberculose.

Am 28. Februar 1893 wird Nr. 2 getödtet; bei der Section findet man keine Tuberculose.

Versuch 48.

26. Juli. 2 Meerschweinchen geimpft mit den gleichen Sputa, welche ebenso behandelt worden sind, nur dass die Temperatur des Wasserbades 95° C. und die höchste Temperatur, welcher die Sputa ausgesetzt worden waren, 90° C. betrug.

Nr. 1 wird getödtet am 11. November und zeigte bei der Section keine krankhaften Veränderungen.

Am 28. Februar 1893 wird Nr. 2 getödtet; bei der Section keine pathologisch-anatomischen Veränderungen.

Versuch 49.

26. Juli. Geimpft 2 Meerschweinchen mit den gleichen Sputa, wobei die Temperatur des Wasserbades 90° C. und die höchste Temperatur, welcher die Sputa ausgesetzt wurden, 85° C. betrug.

Nr. 2 wird getödtet am 11. November und bei der Section völlig gesund befunden.

Nr. 1. wird getödtet am 28. Februar 1893; bei der Section zeigt sich keine Spur von Tuberculose.

Ich möchte zuletzt bemerken, dass die ersten Versuche mit tuberculösem Materiale ausgeführt wurden, das wir uns bequem

beschaffen konnten, und nicht mit Milch von perlsüchtigen Kühen, da diese nicht sofort bei dem Beginne der Untersuchungen zu bekommen war.

Weiter möchte ich auch noch darauf aufmerksam machen, dass kleine Schwankungen in dem Wasserbade nicht ausgeschlossen werden können. Die Temperaturen, welche ich oben angab, sind daher als mittlere Temperaturen zu betrachten, von denen Abweichungen bis zu einem halben Grade vorgekommen sein können, wenn auch natürlicher Weise getrachtet wurde, alle Fehler möglichst zu vermeiden.

Für die Anwendung unserer Versuchsergebnisse in der Praxis hat jedoch eine solche Abweichung offenbar keine Bedeutung, da man hiebei jedenfalls die Abtödtungstemperatur längere Zeit hindurch einwirken lassen muss, als in den Versuchen nothwendig erschien.

In vielen Fällen haben wir die Grösse der Milz der Versuchsthiere bestimmt. Im Allgemeinen ist die Milz sehr stark vergrössert bei den Thieren, welche krank geworden sind; bei denen, welche gesund blieben, schwankt die Grösse nur wenig, selbst dann noch, wenn ziemlich grosse Unterschiede im Körpergewichte vorhanden sind.

In den Tabellen (S. 42 u. ff.) gebe ich eine Uebersicht der Versuchsergebnisse, insbesondere auch der Messungs- und Wägungsresultate.

Bei der Beschreibung unserer Versuche, z. B. in No. 14, 15, 16, 20, 21, 23, 24, ist mehrere Male die Rede von unregelmässig geformten Knötchen. Diese hatten eine Detritusmasse zum Inhalt. In dieser konnten niemals Tuberkelbacillen nachgewiesen werden, und bei Ueberimpfungen auf gesunde Thiere war es nicht möglich, eine Tuberculose dadurch hervorzurufen.

Man sah hiebei entweder ein analoges Resultat. d. h. wiederum wenige kleinere oder grössere Knötchen in der Bauchhöhle (am Omentum, in der Leber oder Milz), wenn grössere Mengen übergeimpft worden waren, oder wenn nur eine kleine Menge der Knötchen in sehr fein zerriebenem Zustande eingeimpft

worden war, fand ich gar keine pathologischen Veränderungen bei den Impfthieren auftreten.

Die Knötchen und die hämorrhagischen Infarcte waren sonach in diesen Fällen nicht etwa infectiös-tuberculöser Natur, sondern müssen auf Rechnung der irritativen Wirkung der injicirten Gewebstheile der Bacterien und der Bacterien-Proteïne, welche wohl stets in dem von uns benutzten tuberculösen Material vorkommen, geschrieben werden. Bezüglich der ausgebreiteten Literatur über solche Befunde verweisen wir auf die betreffenden Untersuchungen von Roemer[1]), Gärtner und Roemer[2]) u. A.

Schlussfolgerungen.

Getödtet werden sonach die Tuberkelbacillen;

bei	55° C.	nach	4	Stunden
„	60° C.	„	1	Stunde
„	65° C.	„	1/4	„
„	70° C.	„	10	Minuten
„	80° C.	„	5	„
„	90° C.	„	2	„
„	95° C.	„	1	Minute

Uebersieht man die Resultate unserer Untersuchungen, so wird es sofort deutlich, dass die Tuberkelbacillen entweder durch hohe Temperaturen, wenn diese nur kurze Zeit, oder durch ziemlich niedere Temperaturen, wenn sie längere Zeit eingewirkt haben, vernichtet werden.

Weiter ist es von Interesse, dass eine Temperatur von 55° C., welche 3 Stunden lang einwirkt, eine Zeitdauer also, die nicht genügt, um den Tod der Tuberkelbacillen zu bewirken, doch noch eine schwächende Wirkung auf das tuberculöse Virus auszuüben im Stande war.

---

1) Fr. Roemer: Ueber den formativen Reiz der Proteïne Buchner's auf Leukocyten. Berl. Klin. Wochenschrift 1891, Nr. 36.

2) Gärtner und Roemer: Ueber die Einwirkung von Bacterien-Extracten auf den Lymphstrom. Wiener Medicin. Blätter 1891, Nr. 42.

Denn wurden Versuchsthiere mit dem so erwärmten tuberculösen Materiale geimpft, so sahen wir hienach keine ausgebreitete Miliartuberculose der Organe in der Bauchhöhle auftreten; die serösen Hüllen blieben dann frei von einer tuberculösen Erkrankung, während im Gegensatze dazu in diesen Fällen die Lungen, wenn auch leicht, mit erkrankt waren.

Ich möchte auch noch besonders darauf aufmerksam machen, dass eine Temperatur von 50° C., selbst nach einer zwölf Stunden langen Einwirkung, nicht im Stande war, einen deletären Einfluss auf das tuberculöse Virus auszuüben.

Endlich ist noch zu erwähnen, dass ich keinen Unterschied in der Widerstandsfähigkeit gegen hohe Temperaturen zwischen den Gruppen von Tuberkelbacillen constatiren konnte, welche von verschiedenem Ursprungsmateriale stammten, vorausgesetzt, dass sie alle von parasitärer Abkunft waren.

Vergleicht man unsere Grenztemperaturen mit denen, welche von anderen Experimentatoren, wie z. B. in den kürzlich von Dr. Bonhoff[1]) berichteten Versuchen bei saprophytisch cultivirten Tuberkelbacillen angewendet wurden, und bei welchen anzunehmen ist, dass die Temperaturbestimmungen mit der nöthigen Sorgfalt ausgeführt wurden, so erhält man allerdings den Eindruck, als ob die letzteren weniger resistent gegen den Einfluss höherer Wärmegrade sind.

Für die Zwecke der Praxis jedoch sind zweifellos die Resultate maafsgebend, welche an den Tuberkelbacillen parasitären Ursprungs erhalten wurden.

Wenn man die Ergebnisse unserer Untersuchungen für das tägliche Leben verwerthbar machen will, so muss insbesondere die Einwirkung derjenigen Temperaturen mit Sicherheit bekannt sein, welche im Stande ist, die Tuberkelbacillen nach kurzer Zeit zu tödten, ohne den Geschmack der Milch erheblich oder in einer für manche Menschen unangenehmen Weise zu verändern.

Solche Temperaturen sind diejenigen, welche etwa zwischen 60—70° C. liegen.

---

1) Hygienische Rundschau, Nr. 23, 1892.

Nach unseren Versuchen werden die Tuberkelbacillen bei 65° C. nach einer 15 Minuten und bei 70° C. nach einer 10 Minuten langen Einwirkung getödtet.

Allgemein wird angenommen, dass die Geschmacksveränderung der Milch unter dem Einflusse der Erwärmung etwa bei 68° C. beginne und von da an mit der Erhöhung der Temperatur und der Dauer der Einwirkung zunehme.

Wir haben uns noch durch besondere Versuche hierüber unterrichtet. Zu diesem Zwecke wurden in einer Reihe von Versuchen von einer bestimmten frischen Milch Antheile (30—50 g) in Bechergläsern oder feinen Kölbchen bekannte Zeit lang (zehn Minuten) im Wasserbade auf 70° C. gehalten und dann abgekühlt.

Die erwärmten Proben sowohl, als gleiche Mengen der nicht erwärmten Milch wurden, nachdem daselbst durch die im Laboratorium anwesenden Personen die Geschmacksproben genommen worden waren, in vollkommen gleiche Glasfläschchen gefüllt, aus dem Laboratorium nach den Privatwohnungen gebracht und hier von mehreren Personen, die von der vorangehenden Behandlung der Milch nichts vernommen hatten, geprüft.

Die verschiedenen behandelten und nicht behandelten Milchproben bekamen eine Nummer, so dass keine der Personen, welche an dem Kosten theilnahmen, erfuhr, ób eine Milchprobe erwärmt worden war oder nicht. Dabei wurde gesorgt, dass die Temperatur sämmtlicher Milchproben bei der Prüfung die gleiche war. Das Resultat der verschiedenen Versuche war, dass in keinem einzigen Falle von 4—9 Personen ein Kochgeschmack constatirt werden konnte; im Gegentheil, es zeigte sich stets, dass Alle, die an der Prüfung theilnahmen, die Milch, welche der Temperatur von 70° C. zehn Minuten lang ausgesetzt worden war, der nicht erwärmten vorzogen. Nur eine einzige Person, eine Dame mit besonders entwickeltem Geschmackssinne, erkannte stets die erwärmten Milchproben, jedoch ohne jemals eine unangenehme Geschmacksempfindung wahrzunehmen.

In der Praxis wird, wie bekannt, das sog. Pasteurisiren der Milch, die kurzdauernde Erwärmung derselben, vielfach geübt.

Dies geschieht nicht allein zu Molkereizwecken, sondern namentlich auch in grossen Städten, in welchen den Consumenten, denen eine selbstständige Controlle nicht möglich ist, eine von Krankheitskeimen freie Milch geboten werden soll.

Zu diesem Pasteurisiren in der Praxis können verschiedene Apparate gebraucht werden. Es würde zu weit führen, auf diese näher einzugehen, da es sich bei denselben wesentlich um technische Unterschiede handelt. Nur so viel möchte ich hier bemerken, dass man die in der Praxis vorkommenden Pasteurisirungs-Apparate in zwei Gruppen vertheilen kann. Bei den der ersten Gruppe zugehörigen Apparaten strömt die Milch an erhitzten Flächen vorüber, erreicht beim Austritt aus dem Apparat die gewünschte höchste Temperatur und wird dann sofort gekühlt. Bei den Apparaten der zweiten Gruppe wird die stehende oder nur in sanfter Bewegung gehaltene Milch auf bestimmte Temperaturen erwärmt. Im ersten Fall also wirkt die angewendete Pasteurisirungstemperatur stets nur ganz kurze Zeit, event. nur Secunden lang auf die Milch ein, während im zweiten Falle die Erwärmung willkürlich lange fortgesetzt werden kann.

Aus unseren Versuchen geht deutlich hervor, dass das Pasteurisiren mit Hilfe der erstgenannten Apparate event. in der Milch anwesende Tuberkelbacillen nicht tödtet, oder nur dann tödten würde, wenn man 95° C. überschreitende Temperaturen anwenden wollte, was in Wirklichkeit niemals geschieht.

Will man daher bei dem Gebrauch von pasteurisirter Milch, die im Handel vorkommt, Sicherheit haben, dass die Milch frei von lebenden Tuberkelbacillen ist, so muss man sehr wohl wissen, wie das Pasteurisiren vorgenommen ist, und ob die Personen, welche das Pasteurisiren ausführen, oder die pasteurisirte Milch in den Handel bringen, auf volle Zuverlässigkeit Anspruch machen können. Dies ist um so mehr nöthig, als eine Controlle darüber, auf welche Temperatur innerhalb 60 bis 80° C. eine Milch erhitzt worden ist, oder wie lange eine solche Erhitzung gedauert hat, für den Consumenten nicht möglich ist.

Einige Anhaltspunkte darüber gäbe wohl die bacteriologische Untersuchung. Auf Grund dieser könnte wohl meist ausgemacht werden, ob eine Milch überhaupt pasteurisirt worden ist, nicht aber wie lange und bei welcher Temperatur dies geschehen ist.

Indess würde auch die bacteriologische Untersuchung nur dann genügend sichere Aufschlüsse geben, wenn sie kurz nach dem Pasteurisiren vorgenommen wird. Bleibt die pasteurisirte Milch längere Zeit stehen, und kann sie gar hierbei noch Zimmertemperatur annehmen, so können sich in derselben die noch lebend übrig gebliebenen Keime entwickeln und vermehren.

Es ist in unserem Laboratorium denn auch die Erfahrung gemacht worden, dass in manchen Proben von einer im Handel vorkommenden pasteurisirten Milch dahier, sehr viele Bacterien, ja selbst bis zu einer Million pro Cubikcentimeter enthalten sein können.

So lange man aber keine einfachen Mittel zur Controlle des Pasteurisirens besitzt, und wenn man nicht auf Grund genauer Kenntnis der Einrichtungen und der persönlichen Verhältnisse bei der Production und dem Verkaufe der pasteurisirten Milch, die vollkommene Ueberzeugung haben kann, dass das Erwärmen der letzteren in einer Weise vorgenommen worden ist, welche durch die Ergebnisse der von mir ausgeführten Versuche verlangt wird, so ist es, in den Fällen, wo man vor die Aufgabe gestellt ist, speciell für die Zwecke der Kinderernährung, die Kuhmilch anzuempfehlen, vorläufig rationeller, bei dem Gebrauche der sterilisirten Milch zu bleiben.

Impfung mit tuberculöser Milz und Leber eines Kalbes.

Temp. in °C.	Zeit (Stdn.)	Gewicht von	30. Sept.	2. Oct. 1891	7.	10.	14.	17.	21
			g	g	g	g	g	g	g
—	—	No. 1	1020	1030	1005	952	820	—	—
—	—	„ 2	740	760	760	692	705	700	682

Impfung mit gesalzenen tuberculösen Pleura-Knoten eines Rindes.

Temp. in °C.	Zeit (Stdn.)	Gewicht von	30. Sept.	2. Oct. 1891	7.	10.	14.	17.	21.	26.	2. Nov. 1891	7.	12.	17	21.	24.	28.	1. Dec. 1891	5.	8.	12.	18.
—	—	No. 1	875	—	930	952	925	917	880	880	760	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	„ 2	590	—	510	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	2,5	„ 1	—	830	820	845	840	860	850	865	850	860	870	880	920	980	970	975	980	975	990	952
60	2,5	„ 2	—	1010	1000	995	990	995	975	1000	965	965	980	980	990	980	935	—	—	—	—	—
60	4	„ 1	—	900	920	935	922	950	940	920	895	900	890	890	925	900	935	910	880	885	885	860
60	4	„ 2	—	915	910	900	890	902	890	910	860	885	880	870	880	865	—	—	—	—	—	—

Impfung mit Saft eines tuberculösen Euters.

Temp. in °C.	Zeit (Stdn.)	Gewicht von	26. Oct.	2. Nov. 1891	7.	12.	17.	21	24.	28.	1. Dec. 1891	5.	8.	12.	18.	24.	31.	7. Januar 1892	15	23.	29
—	—	No. 1	690	660	670	660	680	660	655	645	640	625	605	595	590	—	—	—	—	—	—
—	—	„ 2	890	910	840	730	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	4	„ 1	560	585	610	615	620	650	625	660	630	620	630	630	615	595	555	575	590	580	615
60	4	„ 2	540	545	590	620	635	660	650	670	675	650	655	670	660	650	655	630	645	655	665
60	6	„ 1	835	725	775	795	785	805	820	845	820	800	770	780	735	700	725	700	695	715	740
60	6	„ 2	Gestorben	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	„ 1	—	765	775	800	775	755	715	725	725	720	710	700	660	—	—	—	—	—	—
—	—	„ 2	—	610	610	520	490	465	445	425	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	1	„ 1	—	675	675	670	660	680	665	705	705	580	635	650	650	655	675	620	645	620	675
80	1	„ 2	—	530	560	585	600	635	635	670	655	630	655	645	640	630	645	625	640	645	670
60	6	„ 1	—	515	545	555	565	585	580	605	600	595	595	595	595	585	595	565	595	585	625
60	6	„ 2	—	Gestorb.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Impfung mit Saft eines tuberculösen Euters.

Temp in °C	Zeit (Stdn.)	Gewicht von	2.	7.	12.	17.	21.	24.	28.	1.	5.	8.	12.	18.	24.	31.	7.	15.	23.	29.
			November 1891							December 1891							Januar 1892			
			g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
60	12	No. 1	575	575	610	630	655	635	655	645	660	660	660	660	660	680	655	635	650	670
60	12	„ 2	550	570	600	640	645	645	675	665	665	670	675	680	660	670	630	510	515	560
60	24	„ 1	625	640	660	655	675	675	685	685	680	680	675	660	635	650	620	615	645	660
60	24	„ 2	610	610	630	665	680	670	685	680	690	670	675	660	645	660	640	640	660	670
80	2	„ 1	540	580	605	615	635	645	665	670	685	685	670	655	675	670	610	610	615	655
80	2	„ 2	560	595	615	645	650	650	670	660	670	680	665	655	650	655	620	620	625	650
80	4	„ 1	500	525	555	570	600	590	595	595	605	610	620	625	595	615	565	675	615	650
80	4	„ 2	555	590	600	620	635	630	640	640	645	635	640	630	615	640	585	625	575	615

Temp in °C	Zeit (Stdn.)	Gewicht von	8.	12.	18.	24.	31.	7.	15.	23.	29.	5.	8.	11.	18.	25.	3.
			December 1891					Januar 1892				Februar 1892					März
—	—	„ 1	495	535	520	460	420	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	„ 2	520	540	575	530	485	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	1	„ 1	740	750	735	730	730	695	685	665	735	695	—	710	725	710	710
60	1	„ 2	490	515	530	525	555	530	525	535	590	565	620	—	—	—	—
60	2	„ 1	460	480	470	485	505	465	495	510	545	460	455	—	—	—	—
60	2	„ 2	495	500	495	470	470	445	440	475	510	500	—	540	545	590	605
60	3	„ 1	620	655	655	665	685	660	665	670	675	670	—	690	690	705	730
60	3	„ 2	505	555	560	565	590	580	590	610	650	630	655	—	—	—	—

Impfung mit tuberculösem Sputum.

Temp in °C	Zeit (Stdn.)	Gewicht von	8.	12.	18.	24.	31.	7.	15	23.	29.	5.	8.	11.	18.	25.	3.
			December 1891					Januar 1892				Februar 1892					März
—	—	„ 1	525	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	„ 2	495	475	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	1	„ 1	415	445	445	475	480	480	505	535	555	565	·600	—	—	—	—
60	1	„ 2	570	635	630	645	635	635	625	630	645	660	—	685	700	720	740
60	2 1/6	„ 1	785	790	830	825	825	805	805	830	870	830	—	840	875	855	955
60	2 1/6	„ 2	505	470	470	525	490	480	470	—	—	—	—	—	—	—	—
60	3	„ 1	775	765	735	775	775	760	760	770	790	760	—	775	780	815	810
60	3	„ 2	675	725	720	700	745	695	700	690	740	710	730	—	—	—	—

Impfung mit Saft eines tuberculösen Euters.

Temp in °C.	Zeit (Stdn.)	Gewicht von	11.	18.	25.	3.	10.	17.	24.	31.	7.	14.	21.	28.	5.	12.	17.	20.
			Februar 1892			März 1892					April 1892				Mai 1892			
			g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
—	—	No. 1	505	500	440	435	395	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	„ 2	530	455	415	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	1/4	„ 1	490	510	530	510	455	440	430	415	420	375	—	—	—	—	—	—
60	1/4	„ 2	435	460	470	410	365	360	360	335	345	360	—	—	—	—	—	—
60	1/2	„ 1	615	635	630	630	570	580	520	530	570	565	600	615	595	610	—	—
60	1/2	„ 2	540	550	575	595	490	525	485	480	505	500	480	465	—	—	—	—
60	3/4	„ 1	450	475	480	530	430	475	495	480	485	470	490	490	440	405	—	380
60	3/4	„ 2	500	525	525	555	475	490	425	465	490	485	515	535	3. Mai 495	—	—	—
50	1	„ 1	795	790	725	635	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	1	„ 2	805	785	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	3	„ 1	780	795	790	730	670	650	590	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	3	„ 2	650	690	670	625	530	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	12	„ 1	530	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	12	„ 2	515	550	565	585	475	500	485	510	465	510	525	495	495	485	465	—

Impfung mit tuberculösem Sputum.

Temp in °C.	Zeit (Stdn.)	Gewicht von	10.	17.	24.	31.	7.	14.	21.	28	5.	12.	20.	28.
			März 1892				April 1892				Mai 1892			
—	—	„ 1	380	355	325	300	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	„ 2	370	345	320	320	290	—	—	—	—	—	—	—
55	1	„ 1	480	540	500	480	490	475	455	440	—	—	—	—
55	1	„ 2	335	450	435	420	430	435	450	455	420	385	—	—
55	3	„ 1	405	420	435	425	450	475	480	505	505	500	485	460
55	3	„ 2	325	370	340	335	335	355	365	360	3. Mai 350	—	—	—
55	6	„ 1	355	380	410	430	455	455	490	480	500	525	480	500
55	6	„ 2	330	360	390	370	415	425	460	450	3. Mai 455	—	—	—

Impfung mit tuberculösem Sputum.

Temp. in °C.	Zeit (Stdn.)	Gewicht von	10. Juni 1892 g	13. Juni 1892 g	24. Juni 1892 g	1. Juli g
—	—	No. 1	440	420	375	430
—	—	„ 2	430	410	345	—

Temp. in °C.	Zeit (Stdn.)	Gewicht von	25. Juli 1892	29. Juli 1892	5. August 1892	12. August	20. August	26. August	3. September	10. September	17. September	1. October	15. October	29. October	10. Nov.	28. Nov.	10. Dec.	24. Dec.	10. Jan. 93	30. Jan. 93	11. Februar 1893	24. Februar	28. Februar
98	—	„ 1	780	810	830	880	920	920	890	905	930	870	820	870	910	930	915	905	900	830	850	890	860
(Bad 100)	—	„ 2	870	855	835	795	815	820	770	780	810	840	830	900	880	—	—	—	—	—	—	—	—
95	—	„ 1	990	985	965	1020	1040	1045	1020	1045	1050	1080	1060	1040	1080	—	—	—	—	—	—	—	—
(Bad 100)	—	„ 2	640	585	590	630	625	660	640	670	680	690	670	675	685	725	700	740	760	690	695	720	730
90	—	„ 1	840	840	915	875	875	930	945	990	970	960	960	970	990	—	—	—	—	—	—	—	—
(Bad 95)	—	„ 2	650	565	645	610	655	640	675	700	725	730	730	715	700	800	780	820	850	780	775	820	810
85	—	„ 1	26. Juli 840	855	855	875	870	860	890	890	920	850	850	900	850	920	850	930	890	865	860	830	860
(Bad 90)	—	„ 2	710	740	755	745	755	760	790	775	780	730	730	760	790	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	„ 1	27. Juli 770	735	770	650	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	„ 2	740	600	615	530	510	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Ueberimpfungen am 5. März.

Temp. in °C.	Zeit (Stdn.)	Gewicht von	10. März 1892	17. März	24. März	31. März	7. April 1892	14. April	21. April	28. April	5. Mai 1892	12. Mai	20. Mai	28. Mai
60	1 (4. Dc. 91)	„ 1	435	415	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	2 (5. Dc. 91)	„ 2	640	605	620	650	655	670	655	680	660	700	690	675
60	3 (5. Dc. 91)	„ 1	545	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	1 (7. Dc. 91)	„ 2	430	455	465	490	495	510	535	520	540	575	555	570
60	3 (5. Dc. 91)	„ 1	570	615	620	640	655	650	660	670	665	675	675	655

Impfung mit tuber-

Temp. in °C.	Zeit (Stdn.)	Gewicht von	30. Mai	6. Juni 1892	7. Juni 1892	13. Juni 1892	24. Juni 1892	1. Juli 1892	8 Juli 1892	15. Juli 1892	22. Juli 1892	29. Juli 1892	5. August	12. August
			g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
—	—	No. 1	530	400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	„ 2	480	370	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65	3/4	„ 1	485	—	505	510	565	575	630	650	640	675	680	660
65	3/4	„ 2	380	—	390	410	415	460	505	535	535	560	580	575
65	1/2	„ 1	545	—	565	585	580	605	640	660	685	690	695	740
65	1/2	„ 2	505	—	535	565	585	605	645	665	685	690	680	720
65	1/4	„ 1	475	—	545	545	580	605	635	665	675	690	705	720
65	1/4	„ 2	465	—	565	565	600	635	670	690	680	685	720	725
55	5	„ 1	450	—	470	495	545	560	630	655	620	665	675	670
55	5	„ 2	390	—	385	395	430	445	480	515	530	560	585	590
55	4	„ 1	455	—	480	480	535	555	610	640	630	670	670	695
55	4	„ 2	460	—	460	475	500	500	580	595	585	595	615	610

Temp. in °C.	Zeit (Stdn.)	Gewicht von	7. Juni 1892	8. Juni 1892	13. Juni 1892	24. Juni 1892	1. Juli	8. Juli	15. Juli	22. Juli	29. Juli	5. August	12. August	20 August
70	1/6	„ 1	740	—	745	790	820	820	820	820	850	860	910	895
70	1/6	„ 2	430	—	405	430	475	470	495	495	510	540	565	555
80	1/6	„ 1	—	610	625	680	705	710	740	740	745	750	770	800
80	1/6	„ 2	—	420	335	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	1/12	„ 1	—	520	525	570	610	650	680	680	705	740	745	760
80	1/12	„ 2	—	460	440	500	560	610	630	620	655	710	700	700
90	1/30	„ 1	—	9. Juni 570	520	555	615	630	665	690	690	720	720	735
90	1/30	„ 2	—	540	555	620	675	720	770	800	810	855	885	900
90	1/12	„ 1	—	9. Juni 450	475	550	600	640	680	700	710	745	760	790
90	1/12	„ 2	—	430	440	500	520	580	585	580	595	610	645	660
95	1/60	„ 1	—	10. Juni 460	465	495	505	585	640	660	685	715	665	700
95	1/60	„ 2	—	380	350	335	400	435	485	490	540	560	535	555

culösem Sputum.

20.	26.	3.	10	17.	1.	15.	29.	10.	28.	10.	24.	10.	30.	11.	24
August		September			October			Novbr.		Decbr.		Jan.	1893	Februar	
g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
660	650	665	675	690	710	690	680	680	—	—	—	—	—	—	—
585	23. A. 620	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
750	700	715	725	730	750	690	730	730	—	—	—	—	—	—	—
740	23. A. 730	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
735	23. A. 755	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
750	740	715	695	680	700	705	720	730	740	750	710	720	695	710	710
660	670	720	700	710	740	750	730	730	—	—	—	—	—	—	—
570	23. A. 575	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
690	23. A. 695	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
620	630	655	645	650	690	680	700	650	690	700	680	630	655	675	660

26.	3.	10	17.	1.	15.	29.	10.	28.	10.	24.	10.	30.	11.	24.
Aug.	September			October			Novbr.		Decbr.		Jan.	1893	Februar	
890	870	855	810	830	780	790	780	810	780	820	770	750	735	735
25. A. 565	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
805	815	810	800	780	800	800	820	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
750	720	725	730	745	730	710	740	750	735	760	720	670	710	705
25. A. 715	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25. A. 750	730	725	735	760	730	750	770	760	750	760	740	700	700	690
920	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
810	790	805	815	840	810	800	840	—	—	—	—	—	—	—
25. A. 650	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
705	710	685	720	780	720	720	740	765	490	—	—	—	—	—
25. A. 545	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Versuchsthier	Impfung am	Impfung mit	Temperat. in °C	Zeit (Stdn.)	Gewicht nach d. Impfg.	Gewicht vor d. Tode	Gestorben	Getödtet	Grösse der Milz Länge cm	Breite cm	Volum ccm	Gew. g	Epicrisis
No. 1	29. Sept. 91	Gesalz. tub. Pleur. Knot. ein. Rindes	—	—	875	760		4. Nov. 91					Tuberculose
,, 2	29. ,,		—	—	590	510	10. Oct. 91						,,
,, 1	30. ,,	,,	60	2,5	830	952		22. Dec. 91	3,0	1,0	0,66	—	keine Tuberculose
,, 2	30. ,,	,,	60	2,5	1010	935		26. Nov. 91					,, ,,
,, 1	30. ,,	,,	60	4	900	860		22. Dec. 91	3,5	1,2	1,0	—	,, ,,
,, 2	30. ,,	,,	60	4	915	865		25. Nov. 91					,, ,,
,, 1	24. Oct. 91	Saft eines tuberculös. Euters	—	—	690	590		22. Dec. 91	4,5	2,0	3,5	—	Tuberculose
,, 2	24. ,,		—	—	890	730	13. Nov. 91						,,
,, 1	24. ,,	,,	60	4	560	615		30. Jan. 92	2,6	1,3	1,0	0,73	keine Tuberculose
,, 2	24. ,,	,,	60	4	540	665		,,	2,7	1,2	0,5	0,68	,, ,,
,, 1	24. ,,	,,	60	6	835	740		,,	2,7	1,3	0,6	0,66	,, ,,
,, 2	24 ,,	,,	60	6	—	—	26. Oct. 91						
,, 1	28. ,,	,,	—	—	765	660		22. Dec. 91	5,0	2,0	4,0	—	Tuberculose
,, 2	28. ,,	,,	—	—	610	425	28. Nov. 91						,,
,, 1	30. ,,	,,	80	1	675	675		30. Jan. 92	2,8	1,2	0,7	0,7	keine Tuberculose
,, 2	28. ,,	,,	80	1	530	670		,,	2,5	1,2	0,65	0,6	,, ,,
,, 1	30. ,,	,,	60	6	515	625		1. Febr. 92	3,0	1,2	0,7	0,7	,, ,,
,, 2	30. ,,	,,	60	6	—	—	2 Nov. 91						
,, 1	30. ,,	,,	60	12	575	670		,,	3,0	1,35	0,7	0,8	,, ,,
,, 2	30. ,,	,,	60	12	550	560		,,	3,9	1,8	1,8	2,0	,, ,,
,, 1	30. ,,	,,	60	24	625	660		,,	2,4	1,1	0,45	0,5	,, ,,
,, 2	30. ,,	,,	60	24	610	670		,,	2,8	1,3	0,75	0,85	,, ,,
,, 1	30. ,,	,,	80	2	540	655		30. Jan. 92	2,8	1,3	0,85	0,96	,, ,,
,, 2	30. ,,	,,	80	2	560	650		,,	2,4	1,3	0,55	0,6	,, ,,
,, 1	30. ,,	,,	80	4	500	650		,,	3,0	1,3	0,7	0,7	,, ,,
,, 2	30. ,,	,,	80	4	555	615		1. Febr. 92	2,6	1,1	0,8	0,8	,, ,,

Versuchsthier	Impfung am	Impfung mit	Temperat. in ° C.	Zeit (Stdn.)	Gewicht nach d. Impfg.	Gewicht vor d. Tode	Gestorben	Getödtet	Grösse der Milz Länge cm	Grösse der Milz Breite cm	Grösse der Milz Volum ccm	Epicrisis
No. 1	7. Dec. 1891	Saft eines tuberculösen Euters	—	—	495	420	5. Jan. 1892		3,5	1,6	2,0	Tuberculose
„ 2	7. „ „		—	—	520	485	„		3,4	1,5	1,9	„
„ 1	4. „ „	„	60	1	740	710		5. März 92	2,3	1,3	0,5	keine Tuberculose
„ 2	8. „ „	„	60	1	490	620		8. Febr. 92	3,0	1,3	0,8	„ „
„ 1	5. „ „	„	60	2	460	455		8. „	3,0	1,4	0,8	„ „
„ 2	5. „ „	„	60	2	495	605		5. März 92	2,8	1,2	0,7	„ „
„ 1	5. „ „	„	60	3	620	730		5. „	3,0	1,6	1,1	„ „
„ 2	5. „ „	„	60	3	505	655		8. Febr. 92	2,6	1,3	0,75	„ „
„ 1	7. „ „	tuberculösem Sputum	—	—	525	—	9. Dec. 91		—	—	—	Peritonitis serosa
„ 2	7. „ „		—	—	495	475	16. „		—	—	—	Tuberculose
„ 1	7. „ „	„	60	1	415	600		8. „	2,8	1,3	0,7	keine Tuberculose
„ 2	7. „ „	„	60	1	570	740		5. März 92	3,0	1,5	0,9	„ „
„ 1	5. „ „	„	60	2 1/6	785	955		5. „	3,4	1,3	0,8	„ „
„ 2	5 „ „	„	60	2 1/6	505	470	17. Jan. 92		—	—	—	„ „
„ 1	5. „ „	„	60	3	775	810		5. „	3,6	1,4	1,1	„ „
„ 2	5. „ „	„	60	3	675	730		8. Febr. 92	2,2	1,1	0,4	„ „
„ 1	6 Feb. 1892	Saft eines tuberculösen Euters	—	—	505	395	15. März 92		4,5	3,7	6,0	Tuberculose
„ 2	6 „ „		—	—	530	415	25. Febr. 92		3,0	2,0	2,0	„
„ 1	6. „ „	„	60	1/4	490	375	16. April 92		5,0	2,0	5,0	„
„ 2	6. „ „	„	60	1/4	435	360	14. „		3,5	2,5	5,0	„
„ 1	6. „ „	„	60	1/2	615	610		13. Mai 92	4,0	2,0	2,0	„
„ 2	6. „ „	„	60	1/2	540	465	1. Mai 92		6,6	3,8	1,5	„
„ 1	6. „ „	„	60	3/4	450	380		21. „	4,5	2,5	4,0	„
„ 2	6. „ „	„	60	3/4	500	495		3. „	5,0	3,0	5,0	„
„ 1	8. „ „	„	50	1	795	635	6. März 92		5,0	2,0	3,0	„
„ 2	8 „ „	„	50	1	805	785	25. Febr. 92		—	—	—	„

Versuchsthier	Impfung am	Impfung mit	Temperat. in ° C.	Zeit (Stdn.)	Gewicht		Gestorben	Getödtet	Grösse der Milz			Epicrisis
					nach d. Impfg.	vor d. Tode			Länge cm	Breite cm	Volum ccm	
No 1	8. Feb. 92	Saft eines tuberculösen Euters	50	3	780	590	31. März 92		5,0	2,0	4,0	Tuberculose
„ 2	8. „		50	3	650	530	15. „		5,0	2,5	5,5	„
„ 1	9. „	„	50	12	530	—	15. Feb. 92		—	—	—	„
„ 2	9. „	„	50	12	515	465		17. Mai 92	5,0	2,5	5,0	„
„ 1	2. März 92	tuberculösem Sputum	—	—	380	300	31. März 92		—	—	3,0	„
„ 2	2. „		—	—	370	290	5. April 92		4,5	2,3	4,0	„
„ 1	3. „	„	55	1	480	440	29. „		7,3	3,2	12,0	„
„ 2	3. „	„	55	1	335	385	14. Mai 92		5,5	2,5	6,0	„
„ 1	3. „	„	55	3	325	350		3. „	3,5	1,5	2,0	„
„ 2	3. „	„	55	3	405	460		28. „	6,0	2,0	5,0	„
„ 1	3. „	„	55	6	355	500		28. „	2,5	1,0	0,75	keine Tuberculose
„ 2	3. „	„	55	6	330	455		3 „	2,5	1,0	0,5	„ „
„ 1	21. Mai 92	„	—	—	530	400	6. Juni 92		3,0	2,0	2,5	Tuberculose
„ 2	21. „	„	—	—	480	370	7. „		4,0	2,0	3,0	„
„ 1	21. „	„	65	3/4	485	680		10. Nov. 92	2,9	1,3	0,9	keine Tuberculose
„ 2	21. „	„	65	3/4	380	620		23. Aug. 92	3,0	1,5	1,0	„ „
„ 1	21. „	„	65	1/2	545	730		10. Nov. 92	2,9	1,2	0,8	„ „
„ 2	21. „	„	65	1/2	505	730		23. Aug. 92	3,0	1,0	0,75	„ „
„ 1	21. „	„	65	1/4	475	755		23. „	3,0	1,0	1,0	„ „
„ 2	21. „	„	65	1/4	465	710		24. Feb. 93	3,0	1,0	1,0	„ „
„ 1	21. „	„	55	5	450	730		10. Nov. 92	2,9	1,4	1,0	„ „
„ 2	21. „	„	55	5	390	575		23. Aug. 92	3,0	1,5	1,0	„ „
„ 1	21. „	„	55	4	455	695		23. „	3,5	1,5	1,5	„ „
„ 2	21. „	„	55	4	460	660		24. Feb. 93	2,8	1,2	0,75	„ „
„ 1	7. Juni 92	„	70	1/6	740	735		24. „	3,0	1,0	0,5	„ „
„ 2	7. „	„	70	1/6	430	565		25. Aug. 92	3,0	1,4	1,5	„ „

Versuchsthier	Impfung am	Impfung mit	Temperat. in ° C.	Zeit (Stdn.)	Gewicht nach d. Impfg.	Gewicht vor d. Tode	Gestorben	Getödtet	Grösse der Milz Länge cm	Grösse der Milz Breite cm	Grösse der Milz Volum ccm	Epicrisis
No. 1	8. Juni 92	tuberculös. Sputum	80	$1/6$	610	820		10. Nov. 92	3,0	2,4	1,1	Keine Tuberculose
„ 2	8. „		80	$1/6$	420	335	15. Juni 92		—	—	—	
„ 1	8. „	„	80	$1/12$	520	705		24. Feb. 93	2,8	1,2	1,0	„ „
„ 2	8. „	„	80	$1/12$	460	715		25. Aug. 92	3,0	1,5	1,0	„ „
„ 1	9. „	„	90	$1/30$	570	690		24. Feb. 93	2,5	1,2	0,5	„ „
„ 2	9. „	„	90	$1/30$	540	920		25. Aug. 92	3,5	1,2	1,0	„ „
„ 1	9. „	„	90	$1/12$	450	840		10. Nov. 92	3,5	1,1	1,0	„ „
„ 2	9. „	„	90	$1/12$	430	650		25. Aug. 92	3,5	1,5	1,5	„ „
„ 1	10. „	„	95	$1/60$	460	490	10. Dec. 92		3,0	1,5	1,2	„ „
„ 2	10. „	„	95	$1/60$	380	545		25. „	2,5	1,2	0,75	„ „
„ 1	10. „	„	—	—	440	430	1. Juli 92		4,5	2,5	5,0	Tuberculose
„ 2	10. „	„	—	—	430	345	28. Juni 92		3,5	2,0	2,0	„
„ 1	25. Juli 92	„	98 Bad 100	—	780	860		28. Feb. 93	2,5	1,2	0,7	keine Tuberculose
„ 2	25. „	„	98 Bad 100	—	870	880		11. Nov. 92	3,0	1,1	0,8	„ „
„ 1	25. „	„	95 Bad 100	—	990	1080		11. „	2,6	1,1	0,75	„ „
„ 2	25. „	„	95 Bad 100	—	640	730		28. Feb. 93	2,3	1,1	0,5	„ „
„ 1	26. „	„	90 Bad 95	—	840	990		11. Nov. 92	2,7	1,1	0,9	„ „
„ 2	26. „	„	90 Bad 95	—	650	810		28. Feb. 93	2,8	1,3	0,75	„ „
„ 1	26. „	„	85 Bad 90	—	840	860		28. „	2,8	1,2	0,7	„ „
„ 2	26. „	„	85 Bad 90	—	710	790		11 Nov. 92	2,8	1,1	0,75	„ „
„ 1	27. „	„	—	—	770	650	12. Aug. 92		3,5	2,0	2,0	Tuberculose
„ 2	27. „	„	—	—	740	510		21. Aug. 92	6,0	3,0	4,0	„

Experimentelle Studien über den Einfluss technisch und hygienisch wichtiger Gase und Dämpfe auf den Organismus.

Theil VI. Schweflige Säure.

Von

Prof. K. B. Lehmann.

(Aus dem hygienischen Institute in Würzburg.)

Im Jahre 1883 hat Ogata in Bd. II dieses Archivs die ersten Versuche mitgetheilt, die Wirkung der Einathmung der schwefligen Säure in genau bekannter Verdünnung festzustellen. Seine dankenswerthe Arbeit enthält leider keine Versuche über sehr schwache Concentrationen, der niedrigste Gehalt, den er bei seinen Thierversuchen anwendete war 0,4 ‰ (Volumpromille). Er gibt an, dass Kaninchen, Meerschweinchen und Mäuse diesen Gehalt 4 Stunden noch ohne bleibende Schädigung vertragen, doch dauerte es einige Stunden, bis die Dyspnoë, einige Stunden bis Tage, bis die Hornhauttrübungen verschwunden waren.

Ueber die Wirkung von SO_2 auf den Menschen hat Ogata nur ermittelt, dass er selbst nicht im Stande war, einen Athemzug einer Luft mit 0,5 ‰ SO_2 einzuathmen.

Im verflossenen Januar hatte ich Gelegenheit, in der Sulfitcellulose-Fabrik der Actiengesellschaft für Fabrikation von Maschinenpapier Aschaffenburg, für die ich ein grösseres Gutachten auszuarbeiten hatte, eine Reihe von Untersuchungen anzustellen, die trefflich als Ergänzung und Erweiterung der Ogata'schen Angaben dienen können. Die Bereitung der Sulfit-

cellulose [1]) geschieht bekanntlich so, dass das zerschnittene entrindete Fichtenholz in verbleiten Kochern mit einer Lösung von schwefligsaurem Kalk in wässriger schwefliger Säure gekocht wird. Stärke der Lauge, Dauer des Kochprocesses, Art des Kochens (directer oder indirecter Dampf), Form der Kocher, all' dies wechselt nach den verschiedenen Fabrikationsverfahren, die theilweise durch Patente geschützt sind.

In unserem Fall handelt es sich um folgende Verhältnisse:

Das Kocherhaus, 14,4 m lang, 18,5 m breit, 17 m hoch, enthält drei senkrecht stehende Kocher von ca. 6½ m Höhe und etwa 43 cbm Inhalt. Gekocht wird mit directem Dampf unter Verwendung einer Lauge, die im Liter nach meiner Untersuchung 24 g freie und 12 g an Kalk gebundene schweflige Säure enthält. Nach ca. 18stündigem Kochen wird die noch vorhandene freie schweflige Säure in einen Absorptionsthurm möglichst vollständig abgetrieben und hierauf die Lauge abgelassen, die nun im Liter etwa 5,5—6,4 g Gesammtschwefel und davon ca. 3 g als freie und ebensoviel als gebundene schweflige Säure enthält. Schon beim Kochen des Holzes entweicht durch Undichtigkeit der Ventile, gelegentlich durch kleine Lecke der Kocher u. dgl. häufig etwas SO_2, unvermeidlich ist die Luftverunreinigung beim Ablassen der Lauge.

Der Kocherraum besteht aus drei Etagen. Die unterste ist 4 m hoch und steht mit dem Fabrikhof durch eine grosse Thüre in directer Verbindung. Hier entweicht die SO_2 beim Entleeren der Kocher. Die obere Etage (Dach) ist 3—9 m hoch, es ragen in dieselben nur die Köpfe der Kocher hinein, von hier findet das Füllen der Kocher mit Holz und Lauge statt, hier sind die

1) Die schweflige Säure wird durch Rösten von Pyriten in der sog. chemischen Abtheilung erzeugt, hier ist bei Aufmerksamkeit eine stärkere Luftverunreinigung gut zu vermeiden, ihre Absorption und theilweise Bindung an Kalk findet in hohen, mit Kalkcarbonat gefüllten, von Wasser durchrieselten Thürmen statt. An diesen Thürmen ist fortwährende Arbeit durch Nachfüllen des Kalks und besonders durch Controliren der Dichtigkeit resp. Verstopfen von Lecken zu leisten. Hierbei kommt es gelegentlich vor, dass bedeutende Mengen von schwefliger Säure zur Einathmung gelangen. — Ich habe nur im Kocherraum Untersuchungen angestellt.

Ventile angebracht. Die mittlere Etage von 4 m Höhe ist mit der oberen und unteren durch Treppen verbunden, hier herrscht die höchste Temperatur, da sie von den Kochern in ihrer ganzen Höhe durchsetzt wird, wie von einer Heisswasserheizung. In der mittleren Etage brauchen sich Menschen nicht länger aufzuhalten.

Die untere Etage ist durch die Thüre und Fenster, die obere durch Dachluken ventilirt, eine künstliche Ventilation fehlt. Die mittlere Etage, deren hohe Temperatur im Interesse der Dampfersparnis erwünscht ist, entbehrt einer directen Ventilation.

Meine Untersuchungen beschäftigten sich mit der Temperatur und dem Schwefligsäuregehalt der Luft am 5. und 21. Januar. Die schweflige Säure wurde folgendermaassen bestimmt: Durch eine Péligot'sche Röhre mit 15 ccm $^1/_{40}$ Normaljodlösung und hierauf zur Bindung etwa mitgerissenen Jodes durch 5 ccm $^1/_{40}$ Natriumthiosulfatlösung wurden 6—12 l Luft geleitet, der Inhalt der beiden Péligot'schen Röhren zusammengegossen und nun mit $^1/_{40}$ Natriumthiosulfatlösung titrirt. Wenn a ccm Thiosulfat zur Entfärbung der Jodstärke nöthig sind, so waren (10—a) . 0,8 mg = (10—a) . 0,8 . 0,349 ccm SO_2 in der untersuchten Luft vorhanden. Das Volum wurde dann noch auf Temperatur und Barometerstand des Versuchsraumes umgerechnet.

Die Resultate waren:

Am 5. Januar bei einer Aussentemperatur von — 4°

Temperatur der oberen Etage	+ 3—4°
Temperatur der mittleren Etage	+ 25—29°
Temperatur der unteren Etage	+ 8—9°

Die Ventile in der oberen Etage waren ziemlich defect, es fand hier ein anhaltendes Ausströmen von SO_2 statt, im unteren Raum war Morgens kein besonderes Ausströmen von SO_2 zu bemerken, Abends dagegen entwichen aus einem etwas defect gewordenen Kessel ziemliche Mengen SO_2.

Es enthielt die Luft

a) in der unteren Etage

um 3 Uhr . . .	0,0115 ‰ Volumpromille
um 6 Uhr . . .	0,0142 ‰

b) in der oberen Etage

um 3 Uhr . . .	0,0304 ‰
um 6 Uhr . . .	0,0367 ‰

Am 21. Januar bei einer Aussentemperatur von	0°
Temperatur der oberen Etage	7—8°
Temperatur der mittleren Etage	25—28°
Temperatur der unteren Etage	13—14°

Die Ventile der oberen Etage waren, wie dies von Zeit zu Zeit geschehen muss, kürzlich erneut und schlossen gut, Morgens 11 Uhr wurde in der unteren Etage grade ein Kocher entleert, Nachmittags fand, da die Kessel gut dicht waren, nur unbedeutendes Entweichen von SO_2 statt.

Es enthielt die Luft

a) in der unteren Etage

um 11 Uhr Vormittags . . .	0,0315 ‰
um 4 Uhr Nachmittags . . .	0,0147 ‰
um 6 Uhr Nachmittags . . .	0,0063 ‰

b) in der oberen Etage

um 11 Uhr Vormittags . . .	0,022 ‰
um 4 Uhr Nachmittags . . .	0,0147 ‰
um 6 Uhr Nachmittags . . .	0,0065 ‰

Die Wirkung dieser Concentrationen konnte ich prüfen an mir, meinem Assistenten und Diener, an den Beamten und endlich an vielen Arbeitern der Fabrik. Das Resultat war sehr interessant.

Mein Assistent, mein Diener und ich, die wir alle drei bisher mit gasförmiger SO_2 wenig oder nichts zu thun gehabt hatten, reagirten ganz gleich gegen das Gas. Zu meiner Verwunderung war ich nicht empfindlicher gegen etwas stärkere Dosen als mein Mitarbeiter, obwohl ich eine fast idiosynkrasische Empfindlichkeit und Abneigung gegen Spuren von SO_2 oft an mir beobachtete. Ein Phosphorzündhölzchen reichte oft hin, um soviel SO_2 zu erzeugen, dass ich eine deutliche unangenehme Empfindung von der Nase bis zur Bifurcation der Trachea empfand. Nach meinen Notizen kann ich für uns drei Ungewohnte angeben:

0,0065 und 0,0115 ‰ wenig lästig[1]), erst nach 10—15 Min. ganz leichte Unbequemlichkeit (Reiz in der Nase) machend.

0,014 und 0,0147 ‰ merklich unangenehmer, doch traten noch bei ½stündigem Aufenthalt keine besonderen Beschwerden hervor.

0,022 ‰ wirkte deutlich noch stärker.

1) Abgesehen von dem leichten, bei mir sofort auftretenden Gefühl von Kratzen in der Trachea, das ich eben erwähnte.

0,0304 ‰ verursachte uns sehr bald (in wenigen Minuten) heftiges Nasenbeissen, starkes Niesen und leichten Hustenreiz. Sehr auffällig war, dass nach etwa 10 Min. die Belästigung im Abnehmen war und dass die folgenden 5 Min. (länger als 15 Min. dehnten wir diesen unangenehmen Versuch nicht aus) der Zustand eigentlich am erträglichsten war.

0,0367 ‰ wirkte nicht wesentlich stärker.

Wir schliessen aus diesen Versuchen: Ein Gehalt von 0,02 ‰ SO_2 ist selbst für den Ungewohnten noch leidlich erträglich, Dosen von 0,03—0,04 ‰ sind dagegen dem Ungewohnten so unangenehm, dass die Arbeit dabei wesentlich gestört wird und dass ein längerer Aufenthalt nicht unbedenklich erscheint. Auffallend war uns, dass gar keine Reizsymptome von Seiten der Augen auftreten — dieselben fehlen auch bei der Salzsäure — sind dagegen bei Chlor, Brom, Ammoniak und Schwefelwasserstoff sehr quälend. Nie beobachteten wir an uns nach dem Verlassen der Räume irgend welche Nachwirkung, Katarrhe oder dergl., so widerwärtig uns auch der Aufenthalt im Kocherraum gewesen sein mochte.

Die Beamten (technischer Betriebsleiter. Fabrikchemiker) der Fabrik, von denen sich der erste nicht regelmässig, der letzte nur ausnahmsweise in Räumen, die reich an SO_2 sind, aufzuhalten haben, zeigten sich wesentlich weniger empfindlich, als wir Fremde. Sie betraten mit uns die SO_2 erfüllten Räume, sahen unseren Versuchen zu, während wir aber das Taschentuch nicht aus der Hand brachten und niesend und hustend unsere Apparate in Thätigkeit setzten, gaben sie höchstens zu, es rieche kräftig nach schwefliger Säure, zeigten aber nicht die mindesten Reizerscheinungen. Schwache Concentrationen von schwefliger Säure, versicherten sie Beide, seien sie ausser Stande überhaupt zu riechen, nach einigen Wochen Aufenthalt in der Fabrik hätten sie ihre jetzige relative Unempfindlichkeit erlangt. Soweit ich das beurtheilen kann, wirkten auf die Beamten Dosen von 0,03—0,04 ‰ etwa wie auf uns 0,01—0,02 ‰.

Womöglich noch gleichgültiger verhielten sich die Arbeiter; trotz aller Fragen konnte ich nicht ein einziges Mal die Antwort

1) Es werden also von schwefliger Säure etwa die gleichen Concentrationen als wie von Salzsäure ertragen.

erhalten, dass die uns so sehr unangenehmen Dosen von ca. 0,04‰ sie irgendwie belästigten. Mehr als alle Versicherungen beweist mir aber die Thatsache, die ich oft beobachten konnte: Bei der Wahl der Ruhe- und Esslocalitäten schienen die Arbeiter nicht die mindeste Rücksicht auf die SO_2 zu nehmen, während ich erwartet hätte, schon der Aufenthaltsort der nicht gerade beschäftigten Kocherhausarbeiter würde den Ort des niedrigsten SO_2 Gehaltes verrathen. Der sehr intelligente Kocherhausinspector versicherte mich, dass für ihn Dosen, wie wir sie beobachtet hätten, durchaus nicht mehr unangenehm seien, wenn er auch nicht leugne, dass bei Reparaturarbeiten, beim Verstopfen von Lecken an den Kochern oder im Thurm gelegentlich vorübergehend starke und nicht unbedenkliche Dosen geathmet würden.

Um meine Erfahrungen zu bereichern, habe ich im Einverständnis mit Herrn Director Commercienrath Ph. Dessauer, dessen Entgegenkommen bei der ganzen Arbeit die vollste Anerkennung verdient, die sämmtlichen mit SO_2 beschäftigten Arbeiter der Fabrik einer Inspection unterzogen.

Der Eindruck war ein überraschend günstiger. Einen grossen Procentsatz der Leute kann man geradezu als eine Elitearbeitertruppe in Beziehung auf blühendes, gesundes Aussehen und Kraft bezeichnen. Allgemein wurde das Bestehen jeder Art von Magenstörung, jeden Augenkatarrhs verneint und nur ganz vereinzelt das Auftreten gelegentlicher Katarrhe zugegeben, die nie auf die schweflige Säure bezogen wurden.

Folgendes waren im Einzelnen die Resultate:

Name	Alter	Mit SO_2 beschäftigt	Aussehen und Klagen
		Arbeiter des Kocherhauses:	
Sauer Jakob	37	7 Jahre	gut.
Kölbel Valentin	35	7 „	sehr gut, nie krank.
Stein Adam	32	7 „	sehr gut, nie krank.
Wombacher Al.	40	16 Monat	mittel.
Junker Heinrich	33	4 Jahre	kräftig, etwas mager.
Schultheis Vincenz	34	7 „	kräftig, etwas mager. Einmal vor drei Jahren eine Pneumonie.
Sauer Sebastian	33	4 „	mittel.
Heeg Adam	25	4½ „	sehr gut.

Name	Alter	Mit SO_2 beschäftigt	Aussehen und Klagen
Sauer Isidor	37	7 Jahre	Aussehen unter mittel. Hat nur die Influenza, sonst keine Krankeit durchgemacht.
Radi Josef	23	4 „	sehr gut.
Fuchs Seb.	26	3 „	sehr gut.
Bachmann Otto			nicht gesehen, liegt krank zu Hause, geschwollene Füsse.
Radi Peter	24	2 „	sehr gut.
Völker Josef	20	13 Monat	sehr gut. Hat sich leicht eingewöhnt.
Haas Benedict	31	26 „	Hustete viel in der Gewöhnungszeit. jetzt Aussehen und Befinden gut.
Fuchs Johann	38	1 Jahr	sehr gut.
Sauer Peter Alois	28	2½ „	gut; fühlt sich ganz behaglich, trotzdem er ab und zu Husten hat.
Kunkel Georg	39	1 „	sehr gut.
Hugo Josef	26	2 „	sehr gut.
Böll (Werkführer)	?	8 „	gut; nie krank.
Arbeiter am Kiesofen (Chemische Abtheilung):			
Sauer Sebastian			nicht gesehen, sollen vier frische junge Männer sein.
Radi Lorenz			
Rosenberger Andreas			
Sauer Georg			
Schlot Weigand	27	3 Jahre	kräftig, nie krank.
Desch Michael	28	5 „	sehr gut, kräftig.
Sauer Alois	26	3 „	etwas mager, sehr kräftig.
Hollerzaber G.	20	1½ „	ausgezeichnet.
Arbeiter am Thurm:			
Wenzel Konrad	24	7½ Jahre	sehr kräftig.
Rettinger Anton	21	2 „	sehr kräftig.
Sauer Benedict	51	7½ „	mager, ganz gesund.
No. 406			nicht gesehen, da beim Militär eingerückt.
Sell Michael	20	2½ „	ausgezeichnet.
Sell Anton	20	1½ „	ausgezeichnet (früher 4½ Jahre bei den Kochern).
Fischer Wend.	43	2½ „	mittleres Aussehen. War vor etwa ¾ Jahren 11 Tage krank gewesen, hatte bei einer Reparatur stark schweflige Säure geathmet. Hatte Appetitlosigkeit, starken Husten, aber keinen blutigen Auswurf gehabt.
Weigand Bernh.	34	½ „	etwas mager, aber kräftig; nie krank.

Aus diesen Befunden schien sich ungezwungen der Schluss zu ergeben, dass — abgesehen von einzelnen Unglücksfällen: Verbrennungen, Verätzungen der Augen, Pneumonie oder schwere Bronchitis nach Einathmen eines Stroms schwefliger Säure, wie er aus einem Leck entweicht — eine Gesundheitsschädigung der Arbeiter im Gesammtbetrieb der Sulfitcellulose-Fabrikation durch schweflige Säure nicht vorkomme.

Nichts war zu constatiren von den Magenleiden, die nach Hirt die ersten Symptome einer chronischen Gesundheitsschädigung durch SO_2 darstellen, nichts von chronischen Augen-, Lungen-, oder Zahnleiden, die man etwa hätte aus theoretischen Gründen erwarten dürfen.

Durch das Entgegenkommen der Fabrik wurde mir zur Controle meiner eigenen Beobachtungen und der Aussagen der Arbeiter ein Verzeichnis aller Erkrankungen 1890, 1891 und 1892, die bei mit schwefliger Säure beschäftigten Arbeitern, d. h. bei Arbeitern der chemischen Abtheilung, Arbeitern im Thurm und Kocherarbeitern, zu Arbeitsversäumnis geführt hatten, mitgetheilt, das ich in etwas umgestalteter Form hier abdrucke — die Fabrikleitung versicherte die Vollständigkeit der Mittheilung, die sehr gut mit den Angaben der Leute stimmen.

In der nebenstehenden Tabelle ist vor jedem Arbeiternamen ein C, T oder K angebracht, was seine Zugehörigkeit zu der chemischen, Thurm- oder Kocherabtheilung kennzeichnet. Die römischen Ziffern neben den Buchstaben bedeuten erste, zweite, dritte Erkrankung im Laufe der drei Beobachtungsjahre. Im Ganzen sind etwa 35—40 Arbeiter in diesen drei Betrieben beschäftigt, davon je circa acht in der chemischen Abtheilung und im Thurm, die Uebrigen im Kocherraum. Da der Betrieb ununterbrochen ist, so ist die Hälfte der Arbeiter bei Tag, die andere bei Nacht thätig.

Ueber diese Tabellen — die mir zur statistischen Verarbeitung doch zu klein scheinen — sei nur Folgendes gesagt: Unglücksfälle sind eine Reihe verzeichnet, bei einer Anzahl spielt entschieden die schweflige Säure eine Rolle (Augenverätzungen, bei einigen Lungenaffectionen), die Tabellen enthalten aber weder

Zum wievielten Mal krank?	Name	Krankheits-anfang und Ende	Krankheits-dauer	Chirurgische Verletzungen	Magen-leiden	Rheuma-tismus	Influenza	Bronchitis und Pneumonie	Augen-leiden	Varia
				1889.						
K I	Junker Heinrich	26. III.—1. IV,	6	—	—	—	—	—	—	Hodenentzündung
T I	Weigand Bernh.	9. III.—18. III.	10	Blutgeschwulst am Fuss	—	—	—	—	—	—
K I	Sauer Jakob	31. X.—7. XI.	8	Zahngeschwür	—	—	—	—	—	—
T I	Sell Michael	1. VII.—8. VII.	8	—	—	—	—	Brustkatarrh	—	—
T I	Wenzel Konrad	7. XI.—18. XI.	12	—	—	—	—	—	Hornhautgeschwür	—
K I	Kunkel Georg	30. VI.—14. VII.	15	Panaritium	—	—	—	—	—	—
K I	Radi Peter	11. VIII.—19. VIII.	9	Panaritium	—	—	—	—	—	—
T II	Wenzel Konrad	25. VII.—5. VIII.	11	—	—	—	—	—	Hornhautgeschwür u. Keratitis pustulosa	—
K I	Radi Joseph	17. V.—24. V.	8	Fussgeschwür	—	—	—	—	—	—
K I	Fuchs Johann	22. III.—2. IV.	11	Verrenkung des Knies	—	—	—	—	—	—
T I	Sauer Benedict	12. VI.—24. VI.	13	—	—	—	—	Kehlkopfkatarrh und Pleuritis	—	—
C I	Sauer Georg	6. III.—22. III.	17	—	—	—	—	—	Keratitis dextra	—
K I	Wombacher Alois	24 III.—2. IV.	9	—	—	—	—	Katarrh	—	—
K II	Wombacher Alois	11. I.—14. I.	4	—	—	Rheumatis.	—	Bronchitis	—	—

Zum wievielten Mal krank?	Name	Krankheits anfang und Ende	Krankheits-dauer	Chirurgische Verletzungen	Magenleiden	Rheumatismus	Influenza	Bronchitis und Pneumonie	Augenleiden	Varia
					1890.					
K I	Sauer Sebastian	25. V.—3. VI.	10	—	Brechdurchfall	—	—	—	—	—
K III	Wombacher Alois	1. VI.—28. VII.	58	—	Magendarmkatarrh	—	—	—	—	—
T II	Sauer Benedict	10. III—17. III.	8	Ausschwitz. im l. Knie	—	—	—	—	—	—
K I	Stein Adam	11. VI.—23. VI.	23	Stirnhautentzündung	—	—	—	—	—	—
K I	Sauer Isidor	8. VIII.—25. VIII.	18	—	—	—	—	Bronchitis	—	—
K II	Sauer Jakob	14. X.—28. XI.	15	—	—	—	—	—	Verätzung beid. Augen	—
T II	Fischer Wendelin	18. XI.—29. XI.	12	—	—	—	—	Bronchitis durch SO_2	—	—
C I	Radi Lorenz	20. XI.—26. XI.	7	—	—	—	—	Lungenkatarrh	—	—
T III	Sauer Benedict	18. XII.—29. XII.	12	Verrenkung des Armes	—	—	—	—	—	—
K I	Schultheis Vinc.	16. VI.—4. VII.	19	—	—	—	—	Pneumonie	—	—
K II	Schultheis Vinc.	7. I.—15. I.	9	—	—	—	Influenza	—	—	—
K I	Fuchs Sebastian	9. I.—27. I.	19	—	—	—	Influenza	—	—	—
K IV	Wombacher Alois	5. I.—15. I.	11	—	—	—	Influenza	—	—	—
K II	Sauer Sebastian	9. I.—15. I.	7	—	—	—	Influenza	—	—	—
K II	Stein Adam	9. I.—15. I.	7	—	—	—	—	Katarrh	—	—
K I	Radi Peter	9. I.—16. I	8	—	—	—	—	Katarrh	—	—
K I	Kölbel Valentin	17. I.—27. I.	11	Zerrung des Leistenrings	—	—	—	—	—	—
K I	Sauer Alois	17. XII.—5. I.	19	—	Dyspepsie	—	—	—	—	—
K II	Sauer Alois	23. XI.—16. I.	55	Verletzung zweier Fing.	—	—	—	—	—	—

K II	Junker Heinrich	18. XII.—4. I.	18	—	—	—	Influenza	—	—	—
K III	Junker Heinrich	3. III—17. III.	15	Lymphangitis	—	—	—	—	—	—
K I	Weigand Johann	3. III.—14. III.	12	—	—	Rheumat.	—	—	—	—
T III	Fischer Wendelin	5. III—17. III.	13	—	—	Rheumat.	—	—	—	—
T I	Sell Michael	9. V.—13. V.	5	Eiterung im Ohre	—	—	—	—	—	—
		1891.								
K I	Heeg Wendelin	18. VIII.—24. VIII.	7	—	—	—	Lungenkat. u. Mandelentzündung	—	—	—
K III	Sauer Sebastian	15. II—26. II	12	—	—	—	—	Entzündng des r. Auges	—	—
K III	Sauer Jakob	28. IV.—11. V.	14	Verbrennung des Gesichts u. d. Augen	—	—	—	—	—	—
T II	Weigand Bernhard	30. X.—9. XI.	11	Verbrennung am r. Fuss	—	—	—	—	—	—
K III	Stein Adam	6. IV.—10. IV	5	—	—	—	—	Fremdkörper im Auge	—	—
K IV	Stein Adam	24. IV.—4. V.	11	—	—	—	—	Conjunctivitis	—	—
K I	Heeg Adam	5. V.—17. V.	13	—	—	—	Katarrh	—	—	—
K II	Sauer Isidor	5. V.—20. V.	16	—	—	Influenza	—	—	—	—
		1892.								
T IV	Fischer Wendelin	26. I.—8. II.	14	—	—	Influenza	—	—	—	—
K II	Fuchs Sebastian	13. IV.—20. IV.	8	—	—	—	—	—	—	Anschwellg. der Beine
K II	Radi Peter	18. X.—26. X.	9	Verletzung auf d Stirne	—	—	—	—	—	—
C I	Rosenberger Andr.	9. XII.—18. XII.	10	Eiterung am linken Bein	—	—	—	—	—	—
K II	Kölbel Valentin	4. X.—8. XII.	35	Knöchelbruch	—	—	—	—	—	—
K II	Heeg Adam	19. XI.—28. XI.	10	Zahngeschwulst	—	—	—	—	—	—
T IV	Sauer Benedict	8. II.—29. II.	22	—	—	—	Pneumonie	—	—	—
K II	Weigand Johann	18. III.—26. III.	9	—	—	—	Bronchitis sicca	—	—	—

über häufiger wiederkehrende Störungen der Augen, noch der Verdauung, oder über chronische Affectionen der Respirationsorgane irgend welche Anhaltspunkte — sie bestätigen also vollkommen den Eindruck, den ich aus der Besichtigung und Befragung der Arbeiter gewonnen: Nennenswerthe bleibende Schädigungen lassen sich an den Arbeitern durch das Athmen einer Luft mit einem SO_2-Gehalt von 0,02—0,04 ‰ nicht nachweisen, die anfänglichen Störungen verschwinden durch Gewöhnung ziemlich bald.

Trotz dieser negativen Resultate, was die eigentliche Gesundheitsgefährdung anlangt, hielt ich es doch für meine Pflicht, energische Ventilation des Kocherraums (Lufteinblasen mit Schraubenventilatoren) anzurathen, welche nicht nur den Gehalt an SO_2, sondern auch die im Sommer oft sehr hohe Temperatur angemessen vermindert.

Es wird in meinen folgenden Arbeiten eine Hauptaufgabe sein, für jedes einzelne Gas festzustellen, ob allmählich eine Gewöhnung an dasselbe eintritt; es müssen hier langdauernde Thierversuche und Fabrikbeobachtungen einander ergänzen; möchte mir zu letzteren in grösserer Ausdehnung Gelegenheit geboten werden. Heute ist schon sehr wahrscheinlich, dass für Chlor eine derartige Gewöhnung existirt, dass sie aber für Schwefelwasserstoff und Schwefelkohlenstoff nicht eintreten dürfte. Die Gründe solch differenten Verhaltens zu erforschen, ist eine weitere Aufgabe zukünftiger Studien.

Ein experimenteller Beitrag zur Kenntnis des Löffler'schen Diphtheriebacillus und zur „Blutserumtherapie".[1]

Von

Stabsarzt Dr. **Wernicke,**

Assistenten am Institut.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Am 19. December vorigen Jahres hatte ich die Ehre im Verein für öffentliche Gesundheitspflege eine grössere Reihe (25) von Meerschweinchen zu demonstriren, welche durch Blutserum von diphtherieimmunisirten Hunden gegen eine für nicht behandelte Meerschweinchen tödlich verlaufende Diphtherieinfection immunisirt worden waren.[2] Damals und bei einer weiteren Vorstellung von Meerschweinchen in der physiologischen Gesellschaft am 3. Februar dieses Jahres, bei welcher auch die heilenden Eigenschaften solchen Serums bei Thieren schon bei vorgeschrittener Diphtherieinfection gezeigt werden konnten, war auch in Kürze die bei der Immunisirung der serumliefernden Hunde befolgte Immunisirungsmethode erörtert worden.

1) Eingesandt an die Redaction am 12. Mai 1893.

2) Am 21. December 1892 hat Herr Dr. Aronsohn in der Berliner medicinischen Gesellschaft Meerschweinchen demonstrirt, welche er gleichfalls mit dem Serum eines diphtherieimmunen Hundes immunisirt hat und am 1. Februar an derselben Stelle über erhebliche Steigerung der immunisirenden Kraft des Serums berichtet. In der Discussion am 3. Februar in der physiologischen Gesellschaft ergab es sich, dass Herr A. unabhängig von dem Verfasser, bei der Immunisirung seines Hundes ungefähr dieselbe Immunisirungsmethode wie der Verfasser befolgt hat.

Es war hierdurch gezeigt, dass auch in dem Blutserum von Fleischfressern, wenn dieselben gegen Diphtherieinfection immunisirt sind, die zuerst von Behring in dem Blute von diphtherieimmunisirten Meerschweinchen und Kaninchen entdeckten antitoxisch wirkenden Schutz- und Heilstoffe vorhanden sind. Dass das Serum, welches von unbehandelten Hunden gewonnen wird, die immunisirenden und heilenden Potenzen nicht enthält, darüber haben Behring und ich in der gemeinsam im XI. Bande der Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten veröffentlichten Arbeit: »Ueber Immunisirung und Heilung von Versuchsthieren bei der Diphtherie« bereits Mittheilungen gebracht.

In der angeführten Arbeit ist es als unser Hauptziel hingestellt, grosse, von Natur für Diphtherieinfection sehr empfängliche Thiere zu immunisiren, behufs Gewinnung grösserer Mengen von Blutserum, um »die Blutserumtherapie« auch bei dem von Diphtherie bedrohten und diphtheriekranken Menschen zur Anwendung zu bringen. Wir berichteten damals, dass uns die Immunisirung von Schafen gegen Diphtherie gelungen sei und konnten damals schon durch Anführung grosser Versuchsreihen einwandsfrei nachweisen, dass auch das Blut dieser grossen Thiere, welche nach der »Jodtrichloridmethode« immunisirt worden waren, erhebliche immunisirende und heilende Eigenschaften bei der Uebertragung auf diphtherieinficirte Meerschweinchen entfaltete.

In rastloser Arbeit hat nun Behring das Ziel, die Anwendung seiner Blutserumtherapie auf den Menschen, weiter verfolgt, so dass er z. Z., wie er in seiner Geschichte der Diphtherie (Leipzig, Verlag von Georg Thieme 1893) S. 191 anführt, über ein sehr umfangreiches Thiermaterial grosser, hochgradig diphtherieimmuner Thiere (Schafe) verfügt.

Nachdem die Gewinnung des Heilserums auch für den Menschen in feste Bahnen gelenkt war, erschien es angebracht, weitere wissenschaftlich interessante Fragen über das Zustandekommen der Diphtherieimmunität anzustellen. Der Anlass auch an Hunden Immunisirungsversuche anzustellen, war zunächst ein mehr zufälliger.

In der mehrerwähnten Arbeit haben Behring und ich für Kaninchen eine Immunisirungsmethode angegeben, welche darin besteht, dass man den Thieren unverändertes Diphtheriegift in den Magen bringt. Eine Immunisirung vom Magendarmcanal aus gegen Tetanus und gegen die Intoxication mit Abrin und Ricin durch Verfütterung von Milch hatte Ehrlich im Frühjahr vorigen Jahres mitgetheilt[1]).

Da wir nun im Mai 1892 zufälliger Weise an demselben Tage ein Schaf an einer chronischen Diphtherieinfection verloren, an welchem ein anderes hoch diphtherieimmunes Schaf durch Verblutenlassen aus der Carotis von uns getödtet war, so lag es nahe den Versuch zu machen, ob durch Verfütterung mit dem Fleische und den Organen dieser Thiere bei andern empfänglichen Individuen ein gewisser Schutz gegen Diphtherieinfection erreichbar sei. Es wurden daher Fütterungsversuche an Hunden angestellt, denen sich weitere experimentelle Studien über Immunisirung dieser Thiere anschlossen.

Bei dem hohen wissenschaftlichen und praktischen Interesse, welches die Immunisirung von Thieren gegen Diphtherieinfection wegen des Auftretens der das Diphtheriegift paralysirenden Stoffe im Blutserum der immunisirten Thiere besitzt, sollen im Nachfolgenden die an Hunden angestellten Versuche etwas genauer mitgetheilt werden, um Nachuntersuchern Gelegenheit zu geben, durch eigene Versuche die heilenden und immunisirenden Eigenschaften des auch von Hunden in grösseren Mengen zu gewinnenden Serums kennen zu lernen. Ich habe bei meinen bisherigen Diphtherieimmunisirungsarbeiten den Eindruck gewonnen, als ob Hunde nach der von mir angewendeten, bisher noch nicht genauer beschriebenen Immunisirungsmethode leichter und schneller als andere Laboratoriumsthiere zu hohen Graden der Immunität gebracht werden können, so dass auch das Serum dieser Thiere für den diphtheriebedrohten Menschen von Bedeutung werden kann.

1) Ehrlich, Ueber Immunität durch Vererbung und Säugung, Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten. Bd. XII.

Ueber den Verlauf der Diphtherieinfection bei Hunden.

In der grundlegenden Arbeit von Löffler über den Diphtheriebacillus[1]) sind Uebertragungsversuche der Reinculturen der »Stäbchen«, der Erreger der menschlichen Diphtherie, auf Hunde nicht angeführt (S. 463). Seinem Vorgange wohl folgend sind von den Untersuchern, welche die Wirkungen des Diphtheriebacillus bei Thieren studirt haben, in Deutschland Hunde anscheinend, soweit mir die bezügliche Literatur zur Hand ist, nicht zu Experimenten herangezogen werden. Ob eine Uebertragung der Diphtheriebacillen bei dem engen Zusammenleben der Hunde mit den Menschen gelegentlich beobachtet wird, ist mir gleichfalls nicht bekannt, ebenso fehlen wohl eingehende bacteriologische Untersuchungen über den Krankheitserreger bei der bei Hunden beobachteten diphtherieähnlichen Affection der Schleimhaut des Maules, welche bei diesen Thieren nicht selten tödtlich verläuft.

Roux und Yersin führen im III. Band der Annales de l'Institut Pasteur 1889 zwei Uebertragungsversuche von Diphtheriebacillen von Serumculturen auf Hunde kurz an, bei welchen das eine Thier, ein kleiner Hund von 8 kg Gewicht, einer Infection von der Unterhaut aus erlag, und ein anderer Hund nach einer Impfung in die Trachea einging. Nähere Angaben über die tödtlichen Culturmengen finden sich nicht; dagegen haben diese exacten Untersucher bei ihren bahnbrechenden Studien über die Wirkung des Diphtheriegiftes auch genauere Mittheilungen über die für Hunde tödtlichen Giftmengen gemacht. Spronk (Experimentelle Studie aus dem pathologischen Institute in Utrecht; Centralblatt für allgemeine Pathologie und pathol. Anatomie. I. 1890, Nr. 7[2]) gibt an, dass Katzen und Hunde für das Diphtheriegift empfänglich sind.

---

1) Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt, Bd. II, Untersuchung über die Bedeutung der Mikroorganismen für die Entstehung der Diphtherie u. s. w.

2) Nach einem Referat im Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde, 1891, Bd. X, S. 419.

Aus einigen in der letzten Zeit in der deutschen Literatur gemachten Angaben konnte man zu der Ansicht kommen, als ob Hunde zu den für Diphtherieinfection weniger empfänglichen Thieren zählten. Da die von Roux und Yersin angestellten Versuche in Deutschland weniger bekannt zu sein scheinen, so möchte ich im Nachfolgenden kurz meine Versuche anführen, welche ich über die Empfänglichkeit von Hunden gegenüber dem Löffler'schen Bacillus angestellt habe, und die erweisen, dass Hunde im Allgemeinen für Diphtherieinfection recht empfängliche Thiere sind.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass alle in dieser Arbeit in Betracht kommenden Thiere mit Diphtheriebacillen in der Art inficirt wurden, dass zur Infection Diphtheriebouillonculturen verwendet wurden, welche den Thieren durch subcutane Injection mit Koch'scher Spritze beigebracht wurden.

Alle verwendeten Culturen stammten von einer Cultur, die bei einem Falle von Diphtherie beim Menschen im Sommer 1891 aus einer Pseudomembran gezüchtet war. Bei den später mitzutheilenden Immunisirungs- und Heilungsversuchen bei Meerschweinchen, bei welchen es darauf ankommt, immer mit möglichst gleichen Infectionsdosen zu arbeiten, wurde in der Art vorgegangen, dass von Agarculturen Bouillonculturen in gewöhnlicher 1%iger Fleischwasserpeptonbouillon mit ½% Kochsalz geimpft wurden. Diese Bouillonculturen wurden zwei Tage lang im Brütschrank bei einer Temperatur von 33° bis 34° gehalten. Im Laufe des letzten Jahres ist auch bei diesen Culturen wieder eine erhebliche Steigerung der Virulenz zu verzeichnen gewesen. Behring und ich haben auf diesen Umstand in der mehrerwähnten Arbeit schon aufmerksam gemacht. — Diejenige Dosis einer zweitägigen Diphtheriebouilloncultur, welche im Jahre 1892 ausgewachsene Meerschweinchen in 2—3 Tagen tödtete, betrug 0,0075 ccm. In der letzten Zeit ist die Virulenz noch stärker geworden, so dass 0,005 ccm als tödliche Dosis vollkommen ausreichend ist; ja nach Beobachtungen, die ich im Laufe der letzten Monate bei Zusammenstellung dieser Arbeit machte, sind Mengen

von 0,0005 ccm (und noch weniger) auch für grosse Meerschweinchen nach 3—4 Tagen noch tödtlich gewesen.

Diese Diphtherieculturen, welche sich für Meerschweinchen von der bezeichneten Virulenz erwiesen hatten, tödten nun auch jüngere kräftige Hunde in Mengen von 0,4 bis 1 ccm. Am virulentesten erwiesen sich auch hier zweitägige Diphtheriebouillonculturen.

Ein 6 kg schwerer junger Mops erlag am 27. Mai 1892 einer Infection mit einer zweitägigen Cultur nach 4 Tagen; ein zweites 33½ kg schweres Thier (Fleischerhund) wurde am 10. Juni 1892 mit 1 ccm einer dreitägigen Cultur inficirt und war nach 12 Tagen zu Grunde gegangen, ein dritter 31 kg schwerer, besonders kräftiger Hund (Fleischerhund) erhielt am 21. Juli eine Injection von 1 ccm einer dreitägigen Cultur und war nach vier Tagen verendet.

Aeltere Culturen scheinen namentlich bei älteren Individuen weniger schnell tödtlich zu wirken; so erlag ein 11 kg schwerer etwa 10 Jahre alter Pudel einer Injection von 0,4 ccm einer 10tägigen Diphtheriebouilloncultur erst nach 16 Tagen.

Nur einen älteren grossen Hund sah ich die Infection mit 0,5 ccm einer zweitägigen Cultur überstehen, allerdings erst nach monatelangem, schweren Kranksein. Auch ältere grosse Meerschweinchen erweisen sich der Infection mit Diphtheriebacillen gegenüber als etwas widerstandsfähiger. Der noch im Wachsthum begriffene Organismus scheint demnach der Diphtherieinfection besonders zugänglich zu sein; es scheinen somit bei der experimentellen Diphtherie dieselben Verhältnisse wie bei der natürlichen Infection beim Menschen vorzuliegen.

Was nun die Krankheitserscheinungen betrifft, welche man bei den subcutan mit Diphtheriebacillen inficirten Hunden beobachtet, so sind das kurz folgende; dieselben gleichen übrigens in ihren Hauptsymptomen den Erscheinungen, welche bei subcutan inficirten Meerschweinchen sich zeigen.

Schon einige Stunden nach der Infection bildet sich an der Injectionsstelle ein zuerst weiches, schnell an Grösse zunehmendes subcutanes Oedem, dasselbe erreicht nach 24 Stunden schon

Handtellergrösse. Mit der Dauer des Bestehens nimmt die locale Anschwellung ebenso wie an Grösse, so auch an Härte und Festigkeit zu. Es wird aus dem Oedem eine feste, pralle, mit der Haut verwachsene Infiltration der Unterhaut, die bei längerer Dauer der Krankheit beinahe die halbe Körperseite einnehmen kann und bei einem der inficirten Thiere fast die Grösse eines Quadratfusses erreichte. Die geschwollene Partie fühlt sich heiss an und ist beim Betasten sehr schmerzhaft. Nach 5 bis 6 Tagen beginnt die ganze infiltrirte Partie einem nekrotisirenden Process anheimzufallen.

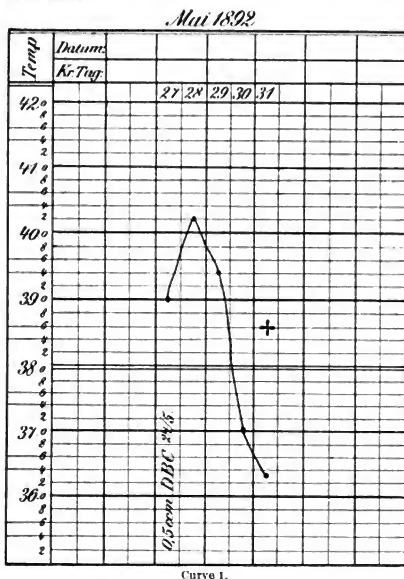
Führt die Infection nicht zum Tode, so bildet sich im Laufe von einigen Wochen eine gewaltige demarkirende Entzündung um den nekrotischen Theil der Haut, welche zur allmählichen Abstossung der ganzen brandigen Partie führt. Haben sich die nekrotischen Theile abgestossen, so füllt sich der wie mit einem Locheisen aus der Haut herausgestossene Defect nur sehr allmählich mit Granulationen aus, und erst nach Monaten kommt es zur Narbenbildung. — Den letzteren Ausgang beobachtete ich nur bei einem Thiere, dort war die Granulationsfläche 6 Monate nach der Infection noch nicht vernarbt.

Während in dieser Art und Weise die Diphtheriebacillen an der Injectionsstelle einen nekrotisirenden Process einleiten, tritt schon bald nach der Injection eine schwere Störung des Allgemeinbefindens ein, die sich zuerst in einer fieberhaften Erhöhung der Körpertemperatur, mangelnder Fresslust, dem Verlust der Lebhaftigkeit und Munterkeit äussert. Selbst sehr wilde Thiere liegen 24 Stunden nach der Infection schon träge und gähnend, matten Blickes in der Ecke ihres Käfigs. Die Körpertemperatur, welche bald nach dem fieberhaften Ansteigen unmittelbar nach der Infection wieder abfällt, wird sub finem vitae subnormal. Folgende Curven (Nr. 1 und Nr. 2), die durch Messungen in ano bei zwei Thieren gewonnen sind, mögen den Gang der Temperatur veranschaulichen.

Bemerkt sei, dass die normale Temperatur bei grossen Hunden zwischen 38° und 39°, bei kleineren Hunden zwischen 38,5° und 39,5° sich bewegt; ich verdanke diese Angaben der freundlichen

Mittheilung des Herrn Thierarztes **Caspar**, Assistenten an der hiesigen thierärztlichen Hochschule.

Nr. 1. 6 kg schwerer junger Mops, inficirt am 27. V. 1892 mit 0,5 ccm Diphtheriebouillencultur vom 24. V.; verendet 4 Tage nach der Infection.



Curve 1.

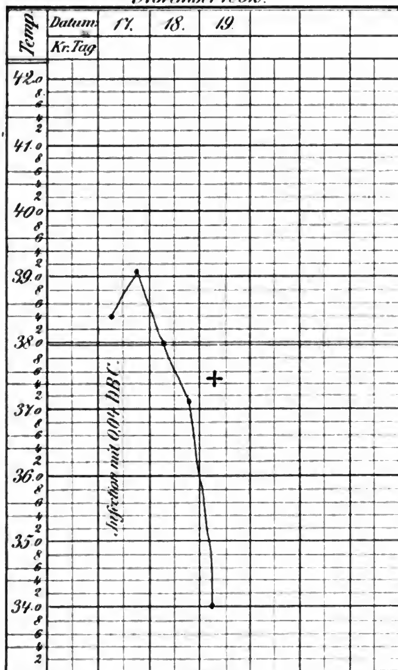
Die nachstehend angeführte Curve Nr. 2 ist noch interessanter als die vorhergehende, indem sie schon 7 Tage vor dem letalen Ausgange das Bestehen subnormaler Temperaturen anzeigt. Die Temperatur sank ganz constant und erreichte schon 1 Tag vor dem Exitus 30°.

Nr. 2. 10,9 kg schwerer, etwa 10 Jahre alter, kräftiger Pudel; inficirt am 13. II. 1893 mit 0,4 ccm Diphteriebouilloncultur vom 4. II.; verendet am 1. März, 16 Tage nach der Infection.


Temp.
Datum
Kr. Tag
Februar 1893
März
13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 1 2 3 4
42.0
41.0
40.0
39.0
38.0
37.0
36.0
35.0
34.0
33.0
32.0
31.0
30.0
10,9 Kilo
10,0 Kilo
9 Kilo
0,4 ccm DBC 4/2 1893
+ exitus am 1. März

Curve 2.

Auch bei kleineren Laboratoriumsthieren wie Meerschweinchen und Kaninchen ist der Gang der Körpertemperatur nach Infection mit Diphteriebacillen ein ganz ähnlicher wie der bei

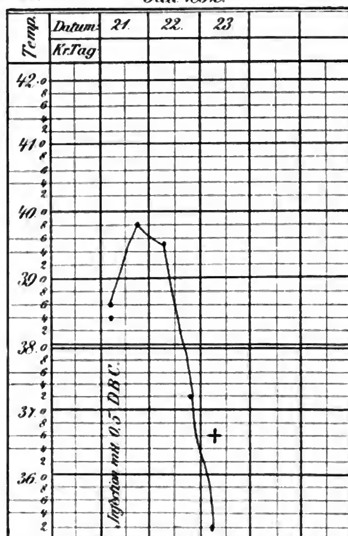


Curve 3.

Hunden. Auch hier erfolgt bald nach der Infection, wie zahlreiche Messungen ergeben haben, ein Steigen der Körpertemperatur, welchem dann ein constantes Sinken der Temperatur bis zum letalen Ausgange sich anschliesst. — Die Temperaturcurven Nr. 3 und 4 illustriren das soeben Dargelegte.

Nr. 3. Meerschweinchen Nr. 106, 300 g schwer; inficirt am 17. XI. 1892 mit 0,04 ccm Diphtheriebouilloncultur vom 15. XI., gestorben am 19. XI. (Curve 3 siehe Seite 201.)

Nr. 4. Kaninchen Nr. VII, 1280 g schwer; inficirt am 21. VII. 1892 mit 0,5 ccm Diphtheriebouilloncultur vom 19. VII., verendet am 23. VII.



Curve 4.

Die bei den sehr zahlreichen Immunisirungs- und Heilungsversuchen mit Blutserum bei Meerschweinchen angestellten Messungen ergaben, dass das Verhalten der Körpertemperatur bei den mit Diphterieculturen inficirten und mit Blutserum nach der Infection behandelten Thieren prognostisch von grosser Bedeutung ist, indem ein Sinken der Körpertemperatur unter 37° auch bei den mit Blutserum behandelten Meerschweinchen meist den bevorstehenden Exitus anzeigte.

Schon bald nach dem fieberhaften Ansteigen der Körpertemperatur tritt bei den inficirten Hunden eine Behinderung der Respiration ein. Meist ist dieselbe verlangsamt. Die Athmung erfolgt mühsam; aus den Nasenlöchern tritt zäher weisslicher Schleim, in welchem bei wiederholten Untersuchungen Diphtheriebacillen übrigens nicht gefunden wurden, dagegen konnten Streptococcen und mit Kapseln versehene Diplococcen, die einer Züchtung nicht zugänglich waren, nachgewiesen werden.

Wegen des Darniederliegens der Fresslust tritt ein erheblicher Gewichtsverlust ein. Besonders auffällig sind dann weiter schon frühzeitig sich einstellende Erscheinungen von Seiten des Magendarmcanals, die auf eine schwere Functionsstörung durch das im Körper kreisende Diphtheriegift deuten. Es tritt häufiges Erbrechen gelblichen Schleims auf, später ist das Erbrochene mit Blut untermischt; zugleich bekommen die Thiere Durchfall, und die schliesslich schwarzrothen Dejectionen enthalten reichlich Blut.

Der Kräfteverfall ist ein schneller und hochgradiger, so dass sich die Thiere kaum auf den Beinen erhalten können. Der Gang wird schleppend. Namentlich stellt sich bald eine lähmungsartige Schwäche der Hinterextremitäten ein. Die Stimme ist schwach und heiser. Geifer tritt vor das Maul, und in diesem Stadium erinnert das Krankheitsbild an das tollwüthiger Thiere.

In einem höchst erbärmlichen Zustande unter den Erscheinungen grosser Athemnoth und unter häufigen Ructus und Erbrechen gehen die Thiere zu Grunde. Ist der Verlauf der Krankheit protrahirter, so beobachtet man Lähmungen sämmtlicher Extremitäten, so dass die Thiere unfähig sind, auf den Beinen zu stehen und zu laufen. Sie fallen kraftlos in sich zusammen. Bei dem Thiere, welches die Infection überstand, stellten sich ganz typische diphtherische Lähmungen ein.

Ueber die Art der Lähmungen, welche bei Hunden als Folge der Impfungen von Diphtheriebacillen noch nicht genauer beschrieben sind, wird auf die ausführlicher mitgetheilten Krankengeschichten verwiesen. Roux und Yersin erzielten die Lähmungen bei Hunden durch Einverleibung des bacillenfreien Diphtherie*giftes*.

Bei der Section findet man an der Injectionsstelle eine grosse, das Fell mit der Muskulatur verlöthende feste, schwer schneidbare, schwarzrothe, mehrere Centimeter dicke Schwarte, aus welcher beim Durchschneiden sich eine röthliche wässerige Flüssigkeit ergiesst. Die Blutgefässe der Haut und Unterhaut sind erweitert. Unterhaut, Knorpel, Conjunctiven und Maulschleimhaut zeigten in einem Falle eine deutlich icterische Verfärbung (haematogener Icterus). Zahlreiche punkt- und streifenförmige Blutergüsse finden sich in der Unterhaut. In der Bauchhöhle geringer Erguss blutig wässeriger Flüssigkeit. Die Serosa des Darms und der Bauchwand zeigen zahlreiche Hämorrhagieen. Die Leber ist braunroth mit gelblichen Randpartieen, in der Milz blaurothe feste Stellen; Magen und Darm enthalten wenig mit Blut vermischten dünnen Inhalt; in der Schleimhaut sind zahlreiche punkt- und streifenförmige Blutergüsse. Die Nieren sind gross und zeigen in der Mark- und Rindensubstanz zahlreiche kleine Blutpunkte.

Die Gefässe des Unterleibes sind erweitert. Das Blut in den Gefässen ist ungeronnen.

In der Brusthöhle wenig serös-blutige Flüssigkeit; die Lungen ödematös; das Herz in seinem venösen Theile mit Blut überfüllt, das Herzfleisch blass. Auch in der Serosa der Lungen sowie im Herzfleisch zahlreiche Blutpunkte.

Im Kehlkopf fehlen Pseudomembranen.

Durch die bacteriologische Untersuchung kann man Diphtheriebacillen nur an der Impfstelle auffinden, aber auch dort sind dieselben nur spärlich vorhanden. In den inneren Organen und im Blute konnte ich nur einmal in der Leber Diphtheriebacillen durch Züchtung nachweisen. Dieser Befund entspricht durchaus den Beobachtungen, welche man bezüglich der Vertheilung der Diphtheriebacillen bei experimenteller Diphtherie bei den Laboratoriumsthieren findet: Diphtheriebacillen nur an der Impfstelle. Auch bei der Diphtherie des Menschen hat man bis in die neueste Zeit die Diphtheriebacillen im Blute und in den inneren Organen nicht auffinden können, und dieselben nur in den pathologischen diphtherischen Producten nachzuweisen vermocht. Wir

selbst führten in der schon öfters erwähnten Diphtherie-Immunisirungsarbeit einen Fall von Diphtherie bei einem Kinde an, in welchem sich Diphtheriebacillen in allen Organen gefunden hatten. Nach den Ergebnissen einer neueren Arbeit von Frosch (Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten 1893) scheinen die Diphtheriebacillen aber doch nicht allzuselten beim Menschen auch von den erkrankten Partieen im Munde in die Blutbahn und die inneren Organe überzugehen. Bezüglich der Vertheilung der Bacillen scheint also zwischen spontaner Diphtherie beim Menschen und der experimentell erzeugten beim Thier ein Unterschied vorhanden zu sein.

Nach einiger Zeit scheinen die Diphtheriebacillen in der festen Schwarte an der Impfstelle bei Hunden allmählich zu Grunde zu gehen. So blieben Meerschweinchen, welchen bohnengrosse Stücke der Schwarte von der Impfstelle der eingegangenen Hunde in eine Tasche der Haut gebracht wurden, ganz gesund. Mikroskopisch konnten Diphtheriebacillen nicht mehr nachgewiesen werden, doch gelang es dieselben durch die Züchtung noch aufzufinden; ja bei dem die Infection überlebenden Thiere gelang der Nachweis durch die Züchtung noch nach einigen Wochen.

Impfungen mit Organstückchen von Leber und Milz der an Diphtherieinfection verendeten Hunde erzeugten bei Meerschweinchen keine Krankheitserscheinungen, wie sie der Diphtherie zukommen. An den Stellen, an welchen die Organstückchen unter der Haut lagen, bildeten sich nach einigen Tagen kleine festere Knoten, die im Laufe von 10 Tagen reactionslos resorbirt wurden.

Zur Vervollständigung des soeben Dargelegten, sei es gestattet die Krankengeschichten der der Diphtherieinfection erlegenen Hunde etwas ausführlicher anzuführen.

Nr. I. 6 kg schwere junge Mopshündin wird am 27. V. 1892 mit 0,5 ccm DBC[1]) 25. V. an der rechten Thoraxseite subcutan inficirt. Am 28. V. an der Injectionsstelle starkes Oedem, Respiration mühsam. Am nächsten Tage ist das locale Oedem noch grösser geworden; das Thier liegt frierend zusammengekauert im Käfig. Am 30. V. treten beim Gange deutliche lähmungsartige Erscheinungen der Hinterextremitäten auf; hochgradige Athemnoth; beim

1) DBC bedeutet Diphtheriebouilloncultur.

Messen der Körpertemperatur zeigen sich blutige Faecalmassen am Thermometer. Die Haut am Bauch zeigt gelbliches Colorit. Am 31. V. ist das Thier vollkommen apathisch, liegt ausgestreckt auf der Seite, reagirt nicht auf Anrufen, fällt auf die Beine gestellt um, da die Hinterextremitäten total gelähmt sind. Vor dem Maul blutiger Geifer, fortwährendes Zähneknirschen, häufiges Erbrechen. Vormittags 11 Uhr verendet das Thier unter hochgradigen Athembeschwerden.

Autopsie 31. V. 1892: Gut genährtes Thier; die blaurothe Zunge zwischen den Zahnreihen, im Maul bräunlicher Schaum. An der Injectionsstelle handgrosse, feste, schwarzrothe Schwarte. Fett, Knorpel, Sklerae gelblich; auch die trockene Muskulatur gelblich-roth. Gefässe der Haut erweitert; kleine Blutergüsse in der Muskulatur. Leber gross, tief braunroth; die Milz mit mehreren walnussgrossen, blaurothen Knoten; die Nieren blauroth mit Blutpunkten in der Kapsel und im Gewebe. Blutgefässe des Abdomen stark mit Blut gefüllt. Magen leer; im Dünn- und Dickdarm wenig dünner Speisebrei, Darmschleimhaut mit röthlichem Schleim belegt. Herz blutüberfüllt, Lungen wenig lufthaltig, die hinteren Partieen schwarzroth. Kehlkopf und Trachea mit bräunlichem Schleim belegt. — Nur aus der Impfstelle sind vereinzelt Diphtheriebacillen durch Verreiben auf schräg erstarrten Agarröhrchen zu züchten.

Nr. II. Grosser, 33,5 kg schwerer, ausserordentlich wilder und kräftiger Fleischerhund, etwa $1^1/_2$ Jahre alt, wird am 10. VI. 1892 mit 1 ccm einer zweitägigen DBC subcutan an der rechten Thoraxseite inficirt. Am 11. VI. ist das Thier matt und schlaff, lässt sich aber nicht ankommen. Am 14. VI. wird eine mehr als handgrosse, beim Betasten schmerzhafte Anschwellung an der Injectionsstelle constatirt. Am 17. VI. ist das Thier erheblich abgemagert, frisst wenig, hat grossen Durst. Die Haare gehen an der Injectionsstelle aus. Die ganze angeschwollene Partie wird nekrotisch. Am 19. VI. liegt das Thier apathisch in seinem Käfig, die nekrotische Partie ist mehr als männerhandgross. Die Hinterextremitäten werden beim Gange schleppend nachgezogen. Gewichtsabnahme beträgt 7 kg. Am 23. VI. erfolgt der Exitus.

Autopsie 24. VI.: Aus den Nasenlöchern fliesst dicker, gelblicher Schleim (Diphtheriebacillen darin nicht nachweisbar). Fett gelblich. Muskulatur zeigt einen Stich in's Gelbe. Die eingetrocknete Schwarte in der Haut von einem starken Entzündungswall umgeben. In der Abdominalhöhle 500 ccm röthlichbraune, klare Flüssigkeit, auf den Därmen Blutgerinnsel; zahlreiche punkt- und streifenförmige bis linsengrosse Blutergüsse in der Serosa des Dünn- und Dickdarms, des Magens, dem Peritoneum parietale namentlich in der Nierengegend. Die hellbraune Leber ist leicht zerreisslich. Die Abdrücke der Rippen zeigen sich auf derselben als gelbliche Streifen, die Ränder des Organs zum Theil ohne Läppchenzeichnung sind hellgelb. Die Milz ist weich und gross, blauroth, mit über die Fläche des Organs erhabenen, beim Einschneiden festeren, röthlichen haselnussgrossen Stellen. Die Nieren gross, Kapsel mit zahllosen linsengrossen Blutungen. Ueber die ganze Oberfläche der blaurothen Nieren zerstreut sind zahllose kreisförmige Blutergüsse mit hellem Centrum. Rindensubstanz blauroth, Marksubstanz heller. In Rinden und Marksubstanz unzählige kleine, in der Marksubstanz streifenförmige

Blutungen. Blasenschleimhaut mit vielen Blutpunkten. Im Darm gelblicher, dünnflüssiger Inhalt mit schwarzrothen Beimengungen. Das Blut der grossen Gefässe ist dünnflüssig.

In den Pleurahöhlen 100 ccm dunkelrother, dünnflüssiger Inhalt. Die Lungen nur an den vorderen und oberen Theilen lufthaltig. Beide Unter- und Mittellappen fest wie Fleisch, mit haselnussgrossen, schwarzrothen Stellen, die auf dem Durchschnitt geronnenes Blut im Gewebe zeigen; auch in den Oberlappen festere gelatinöse Stellen.

Das Herz gross, Muskulatur blass und fest. Die Trachea und die grossen Bronchen mit Schaum erfüllt, Schleimhaut hellroth mit Blutpunkten. Kehlkopf ohne Veränderungen.

Bei der bacteriologischen Untersuchung der Organe können auch an der Injectionsstelle Diphtheriebacillen nicht aufgefunden werden.

Nr. III. Grosser, kräftiger, 31 kg schwerer, wilder Fleischerhund, inficirt am 21. VII. mit 1 ccm zweitägiger DBC unter der Haut der linken Thoraxseite. Schon am 22. VII. ist das Thier träge und schlaff; an der Injectionsstelle quadratdecimetergrosses weiches Oedem, das bei Berührung schmerzhaft ist. Der Hund hinkt mit dem linken Hinterbein. Die Respiration stöhnend und deutlich verlangsamt; Stuhl dünn und schwärzlich. Bis zum 24. VII. hat die Mattigkeit stark zugenommen; die Athmung ist behindert, aus dem Maul fliesst Geifer. Am 25. VII. liegt das Thier vollkommen apathisch da, ist über und über mit Fliegen bedeckt. In der Minute 36 stöhnende Respirationen, bei denen die Lippen aufgeblasen werden. Die Schleimhaut des Mauls, sowie die Bindehäute icterisch. An der Nase Herpes-Bläschen. Erbrechen blutigen Schleims. In der Nacht zum 26. VII. verendet das Thier

Obduction 26. VII.: Grosser, kräftiger Hund. In der Gegend des Brustbeins mehrere handgrosse, blaurothe Flecken. Die ganze linke Körperseite fühlt sich prall und geschwollen an. Das reichlich entwickelte Unterhautfett ist gelblich und zeigt zahlreiche Blutpunkte. Nach dem Abhäuten zeigt sich in ganzer Ausdehnung der linken Seite des Thieres die Unterhaut in eine 2–3 cm starke, wie fester Speck schneidbare, dunkelrothe Schwarte verwandelt, die von der Mitte des Rückens bis über die linea alba hinausgeht und die Haut mit der Muskulatur fest verbindet. Auch die Muskulatur der linken Schulter und des linken Oberschenkels ist in die Schwarte mit hineingezogen. Die Muskulatur daselbst schwarzroth. In der Schwarte Blutcoagula und zahllose punktförmige bis markstückgrosse, schwarzrothe Stellen. In der Gegend der Injectionsstelle ist die Schwarte am festesten. Gefärbte Ausstrichpräparate aus der Schwarte ergeben das Vorhandensein einzelner Diphtheriebacillen.

Die Muskulatur im Uebrigen ist ziemlich blass und trocken. In den grossen venösen Blutgefässen der Hinter- und Vorderbeine reichlich schwarzrothe Blutcoagula. In der Schenkelbeuge und der Achselhöhle ist das Bindegewebe mit schaumiger, gelblicher Flüssigkeit durchsetzt. Die Drüsen daselbst bohnengross. Die Unterkieferlymphdrüsen walnussgross und schwarzroth.

Das Netz ist fettreich mit punktförmigen Blutungen; die Serosa der Bauchwand und der Därme, erstere besonders in der Gegend der Nieren und Nebennieren zeigt zahlreiche Blutpunkte.

Die Leber, 31 cm lang, 12—13 cm breit, 8 cm dick, hat eine glatte Oberfläche; das Organ ist mahagonibraun, die Ränder gelblichroth; im rechten und linken Leberlappen handtellergrosse, verwaschene, unregelmässige, gelbliche Stellen. Das Organ selbst ist weich und zerreisslich, auf dem Durchschnitte gelblich, die einzelnen Läppchen nicht deutlich zu erkennen. Die Gallenblase mit grünlicher Galle gefüllt. Die Milz ist 19 cm lang, 3 bezw. 5 cm breit, 2 cm dick, blauroth, von weicher Beschaffenheit, auf dem Durchschnitt bläulichgrau, das Gewebe trocken und wenig bluthaltig.

Die Nieren, 9 cm lang, 4 cm breit und 4 cm dick, sind blauroth und fest. Die Kapsel ist leicht abziehbar mit zahlreichen, punktförmigen bis linsengrossen, hellrothen, verwaschenen Flecken. In der Rindensubstanz sehr zahlreiche bis linsengrosse Blutergüsse, die Rinde selbst ist blauroth, die Marksubstanz hellbraun. Die Nebennieren sind vergrössert, ihre Rinde bräunlich, mit Blutpunkten. Der Magen, durch Gase aufgetrieben, zeigt in seiner Schleimhaut zahlreiche kleine Blutergüsse. Die Follikel des Dünndarmes sind vergrössert. — In der Blase stark eiweisshaltiger Urin.

Die Brusthöhle ohne Inhalt. Das Bindegewebe des Mediastinum posticum mit zahllosen stippchenförmigen Blutungen; auch auf dem Pericardium sehr viele Blutpunkte. Das Herz schlaff und blass, die Muskulatur hellbraun und trocken; unter dem Herzüberzug, namentlich in der Gegend der Basis und längs der Coronararterien zahlreiche hellrothe Flecke, ebensolche in den Warzenmuskeln. Die Lungen sind zurückgesunken, hellroth, in den hinteren Partien schwarzroth und von festem Gefüge; auf dem Durchschnitt tritt reichlich Schaum aus den Aesten der Luftröhre. — Die Zunge ist trocken und blauroth, Kehlkopfschleimhaut mit zähem Schleim bedeckt; in demselben blutige Streifen.

Die bacteriologische Untersuchung des Blutes, der Nieren, der Leber, der Milz, der Lungen und des Kehlkopfschleimes, sowie der intumescirten Halslymphdrüsen ergibt auch hier das Fehlen von Diphtheriebacillen. Aus der Impfstelle sind dieselben dagegen zu züchten. —

No. IV. 11 kg schwerer, alter, kräftiger Pudel, inficirt am 13. II. 1893 mit 0,4 ccm einer DBC vom 4. II. (Von der gleichen Cultur erhalten am 13. II. zwei grosse immunisirte Hunde 170! bezw. 95! ccm subcutan injicirt, dieselben erkranken nur mit localer Reaction cf. unten) Am 16. II. zeigt das Thier neben allgemeiner Mattigkeit eine handgrosse, feste Schwarte an der Injectionsstelle, auf der Schwarte Bläschen mit serösem Inhalt. Am 20. II. lähmungsartige Schwäche der Hinterextremitäten; Zittern des ganzen Körpers, Erbrechen, Durchfall. Am 26. II. sind deutliche Coordinationsstörungen der Vorderbeine zu bemerken; das Thier setzt die Beine kreuzweis übereinander und stolpert, ist nicht im Stande in seinen Käfig zu gehen, fällt häufig um. Am 28. II. ist die Schwäche ausserordentlich hochgradig; Erbrechen und Durchfall; das Thier kann sich nicht auf den Beinen halten, hat jede Macht über die Gliedmaassen verloren. Auf die Beine gestellt, sinken dem Thiere die Hinterextremitäten alsbald nach hinten fort, während die Vorderbeine breit auseinanderweichen. Am 1. III. stirbt das Thier unter den Erscheinungen der vollkommenen Paralyse der Körpermusculatur.

Obduction am 1. III. Das Unterhautfett gelblich, die Muskulatur leicht icterisch. Die Schwarte an der Injectionsstelle besteht aus dunkelrothen und

gelben Lagen von Fibrin. Mikroskopisch sind Diphtheriebacillen nicht darin nachweisbar. Die grossen venösen Gefässe mit schwarzrothem, grösstentheils nicht geronnenem Blute überfüllt. Die Leber blutreich und braunroth, die Milz gross, blauroth, die Nieren graugelb von körnigem Gefüge mit weisslichen, linsengrossen Stellen (Nekrose), vereinzelt punktförmige Hämorrhagieen im Gewebe. Herzfleisch blass und schlaff, an den Coronararterien viele Hämorrhagieen mit blutigen Suffusionen, die die ganze Herzmuskulatur durchsetzen, im Endocard stippchenförmige Blutungen. In dem die grossen Nerven der Extremitäten umgebenden Bindegewebe Blutergüsse. Aus der Schwarte an der Injectionsstelle sind vereinzelte Diphtheriebacillen zu züchten, die bacteriologische Untersuchung der nekrotischen Stellen in den Nieren ergibt einen negativen Befund.

V. Kräftige, 27 kg schwere, schwarze, langhaarige, alte Jagdhündin wird am 10. VI. mit 0,5 ccm einer zweitägigen DBC am Rücken links inficirt. Am 12. VI ist an der Injectionsstelle in der Haut eine mehr als handgrosse, heisse, teigige Anschwellung vorhanden. Am 16. VI. stellt sich blutiger Durchfall ein, das Thier ist ausserordentlich matt und hinfällig. Am 18. VI. ist theilweise Nekrose der infiltrirten Hautpartie eingetreten. Die afficirte Hautpartie ist über 1/2 Quadratfuss gross; die nekrotisirten Theile beginnen sich abzustossen. Bis zum 27. VI. hat das Körpergewicht um mehr als 6 kg abgenommen. Die Temperatur ist mehrere Tage subnormal gewesen, indem sie mehrere Decigrade unter 37° betrug. Bis zum nächsten Tage ist die Abstossung der ganzen brandigen Partie erfolgt. Im Fell ist nunmehr ein mehr als männerhandgrosser Defect an der einstigen Injectionsstelle zu constatiren. Die steilen Ränder dieses Substanzverlustes sind stark verdickt und infiltrirt; der Grund des Defectes ist mit Membranfetzen und gelblichem Eiter belegt; neben zahlreichen Colonien von Staphylococcen uud Streptococcen werden aus den Membranfetzen auf Agarplatten auch Diphtheriebacillen gezüchtet. Nach dem 30. VI. gelingt es nicht mehr, Diphtheriebacillen in der grossen, geschwürigen Partie durch Züchtung nachzuweisen. Während nun ganz allmählich der sich mit Granulationen ausfüllende Defect kleiner wird, treten bei dem Thier, das sich bereits etwas wieder erholt hat, eigenthümliche Motilitätsstörungen der Bein- und Halsmuskulatur ein. Das Thier konnte zeitweise nicht stehen und gehen, fiel namentlich beim Umdrehen auf die Seite, konnte den Kopf nicht erheben und die Schwelle zum Stall nicht überschreiten. Ein schleppender Gang war wochenlang auffällig, die Vorderbeine wurden beim Laufen weit gespreizt von einander gestellt, während die Hinterbeine über's Kreuz gesetzt wurden. Die motorische Kraft in den Beinen war mehrere Wochen im Juli so stark herabgesetzt, dass das Thier nur ganz langsam und bedächtig schreiten konnte, lebhaftere Bewegungen überhaupt nicht ausführte, ja mehrere Tage nicht im Stande war, sich im Käfig zu erheben. Das Thier machte vergebliche Anstrengungen Herr über seine Glieder zu werden, blieb dann aber, die Fruchtlosigkeit der Bemühungen erkennend, tagelang, den Kopf auf den Boden gelegt, lang ausgestreckt in eigenthümlicher Stellung liegen. Von Mitte Juli ab bildeten sich diese lähmungsartigen Schwächeerscheinungen, die auf das allergenaueste den schwersten diphtherischen Lähmungen bei Kindern glichen, zurück. Das Thier erholte sich allmählich vollkommen, die granulirende Fläche verkleinerte

sich immer mehr; aber erst Ende November 1892, während es längst bei anderweitigen Experimenten als Versuchsobject gedient hatte, war völlige Vernarbung des Defectes in der Haut eingetreten. Die Hündin hat sich in der Folge vollkommen erholt und ist später hochgradig gegen Diphtherieinfection immunisirt worden.

Ueberblickt man die angeführten Versuche, so geht aus denselben hervor, dass Hunde gegenüber der Infection mit dem Löffler'schen Bacillus ausserordentlich empfängliche Thiere sind. Nimmt man für ein 500 g schweres Meerschweinchen 0,005 ccm einer zweitägigen DBC als tödtliche Dosis an und erwägt man, dass grosse 33 kg schwere Hunde einer Infection mit 0,5—1 ccm derselben Cultur erliegen, so ergibt sich, wenn man das Gewicht in Betracht zieht, dass Hunde den empfindlichsten Versuchsthieren (den Meerschweinchen) nur wenig an Empfänglichkeit nachstehen.

Da vorausgesetzt werden darf, dass bei der Wichtigkeit der »Behring'schen Blutserumtherapie« bei Diphtherie, bei welcher besonders das Serum von Schafen Verwendung finden soll, das Interesse an der Wirkung des Löffler'schen Bacillus auch bei diesen nicht Jedermann im Laboratorium zur Verfügung stehenden Thieren geweckt ist, so mögen an dieser Stelle zwei Beobachtungen über die Wirkung des Diphtheriebacillus bei Schafen niedergelegt werden, welche an anderer Stelle noch nicht ausführlicher beschrieben sind; im Anschluss an die Beschreibung des Verlaufes der Infection bei Hunden aber um so besser mitgetheilt werden können, als der Verlauf der Infection bei Schafen derjenigen bei Hunden ähnlich ist, wenngleich dieselbe viel rapider vor sich geht. — Die bei den gleich zu erwähnenden Schafen gemachten Beobachtungen waren für Behring und mich seiner Zeit bestimmend, diese Thiere zu Immunisirungsversuchen bei Diphtherie zu wählen, nachdem die hohe Empfänglichkeit der Schafe für den Diphtheriebacillus constatirt worden war.

Ein grosses schweres Schaf wurde am 26. November 1890 Vormittags mit 2 ccm einer DBC inficirt, die am 24. November aus einer am 23. XI. mit Jodtrichlorid im Verhältnis von 1:4000 versetzten älteren DBC gezüchtet worden war. Die Infection erfolgte auch hier subcutan. Nachdem bis 12 Stunden nach der

Infection etwas Abnormes an dem inficirten Thiere nicht bemerkt werden konnte, zeigte sich als erstes Krankheitssymptom ein leichtes Ansteigen der Körpertemperatur, doch erschien das Thier im Uebrigen ganz gesund, namentlich war ein erheblicheres Oedem an der Injectionsstelle nicht fühlbar, so dass wir zuerst an eine gewisse spontane Immunität der Schafe damals dachten. Am nächsten Morgen bot das inficirte Thier aber ein ganz eigenthümliches Krankheitsbild, das auf den ersten Blick zeigte, dass man es mit einer schweren Infection zu thun hatte. Als erstes auffälliges Symptom war ein stöhnendes, weithin hörbares Athmungsgeräusch bemerkbar, das durchaus an das Athmen eines croupkranken Kindes erinnerte; dann zeigte das am Boden kauernde Thier eine enorme Schwäche die auf eine schwere, Intoxication deutete; es vermochte aufgerichtet kaum zu stehen und sank bald wieder in sich zusammen. Aus den Nasenlöchern floss zäher glasiger Schleim. Die Schwäche des Thieres machte rapide Fortschritte und schon am 28. XI. Nachmittags 4 Uhr, also nach 52 stündigem Krankheitsverlauf, erlag das Thier der Infection. Bei der Section fand man an der Impfstelle eine kleine schwefelgelbe, fibrinöse Schwarte, in weiterer Umgebung derselben ein glasiges Oedem in der Unterhaut, weite Blutergüsse in der Unterhaut und Muskulatur. Aus beiden Nasenlöchern floss reichlich eine trübe, gelbliche, stinkende Flüssigkeit; in der Nase beginnende Geschwürsbildung. Die Impfstelle äusserlich unverändert. In der Bauchhöhle 100 ccm sanguinolente Flüssigkeit, in der Serosa des Darms zahlreiche Hämorrhagien. Die Leber von dunkelbrauner Farbe, das Organ schlaff. Die Nieren vergrössert, die Rinde olivengrün, die Marksubstanz hellroth. In der Kapsel und den gelbbraunen Nebennieren zahlreiche Hämorrhagieen. Das Herzfleisch sehr schlaff, auf dem Endo- und Epicard zahllose Hämorrhagieen, ebenso an den arteriellen Klappen. Die Lungen ödematös, Kehlkopfschleimhaut injicirt, geröthet und mit zähem Schleim bedeckt.

Diphtheriebacillen fanden sich nur an der Injectionsstelle.

Ueberraschend war die Schnelligkeit des Verlaufes der Infection, die eigenartigen croupähnlichen Erscheinungen, der

bacteriologische Befund. Schon damals war uns klar, dass, — Behring hatte damals seine ersten Immunisirungsresultate mit dem Blutserum mit JCl_3 und Au NaCl geheilter Thiere erhalten — wenn es gelänge, Schafe zu immunisiren gegen die für diese Thiere so foudroyant verlaufende Infection, im Serum solcher Thiere ein Immunisirungs- und Heilmittel vorhanden sein müsse, welches auch für die Diphtherie des Menschen von Bedeutung werden müsse.

Es wurde daher sofort ein weiterer Versuch gemacht, ob man mit Localbehandlung mit JCl_3, der Methode, durch welche man Heilungserfolge bei diphtherieinficirten Meerschweinchen erhalten hatte, auch bei Schafen Heileffecte erzielen könne: wäre dies der Fall gewesen, so hätte man damals schon grosse Serummengen zur Verfügung gehabt.

Am 1. XII. 1890 wurde daher ein zweites Schaf Mittags 12 Uhr mit 2 ccm einer eintägigen DBC subcutan an der rechten Seite des Rückens inficirt. Die Temperatur stieg Abends bis 40,8. Am nächsten Tage war an der Infectionsstelle leichtes Oedem zu fühlen; ferner bestand Ausfluss aus der Nase. Es wurden nunmehr sofort 15 ccm einer 10%igen JCl_3-Lösung in die ödematöse Partie injicirt. Es bildete sich darnach eine pralle Infiltration an der Injectionsstelle. Die Temperatur war Abends und auch am nächsten Tage noch leicht fieberhaft erhöht. Am 3. XII. wurde die Injection von JCl_3-Lösung wiederholt. Die Schwellung an der Injectionsstelle war verschwunden. Es wurden nunmehr 15 ccm 4%iger Jodtrichloridlösung an der Infectionsstelle injicirt und 10 ccm derselben Lösung in die nächste Umgebung. Das kranke Thier, es waren Athmungsbeschwerden und Nasenausfluss vorhanden, erschien am 4. XII. etwas munterer, namentlich war auch die Temperatur wieder gesunken. Doch hatte sich an den Injectionsstellen der Diphtheriecultur und der JCl_3-Lösungen ein Abscess gebildet. Trotzdem wurden noch 10 ccm einer 2,5%igen Lösung von JCl_3 in die Umgebung der Infectionsstelle injicirt, um weiterhin auf die etwa in der Umgebung durch Wucherung verbreiteten Diphtheriebacillen abschwächend einzuwirken. (Dass die Diphtheriebacillen nach der Infection eines Thieres durch nachfolgende JCl_3-Injectionen nicht abgetödtet

werden, sondern nur an der Erzeugung stark giftiger Stoffwechselproducte gehindert werden, das ist von uns an anderer Stelle weiter ausgeführt worden). Da am 5. XII. das Schaf gesünder erschien, und auch die Temperatur normal geworden war, so wurden an diesem Tage von weiteren JCl_3-Injectionen abgesehen, dagegen wurden dieselben am 6. XII. wieder aufgenommen, und das Thier erhielt 20 ccm einer 1% igen JCl_3-Lösung injicirt. Gegen Abend stellten sich Athmungsbeschwerden ein, die Respiration wurde langsam und stöhnend, die Temperatur subnormal, und es trat blutiger Durchfall ein.

Am 7. XII. Vormittags erfolgte der exitus unter hochgradiger Athemnoth.

Die Section am 7. XII. ergab: Aus beiden Nasenlöchern ergiesst sich reichlich trübe, gelbgraue Flüssigkeit (es ist dies ein constantes Symptom der Diphtherieinfection bei Schafen), aus dem After fliesst dünner, blutiger Koth. — An der Injectionsstelle ist eine handtellergrosse Höhle, erfüllt mit brandigem Detritus. In sehr weiter Umgebung ist die Unterhaut hämorrhagisch infiltrirt. Die Haut an der Injectionsstelle ist abgehoben; die Bauchdecken an der rechten Seite sind blutig infiltrirt. Der ganze Cadaver ist stark icterisch und riecht nach JCl_3. Das Bauchfell ist glatt, feucht, glänzend. Die Leber ist klein, braunroth, leicht zerreisslich. Die Gallenblase gross mit schwarzer Galle prall gefüllt. Das Peritoneum unterhalb der Injectionsstelle der Diphtheriecultur blutig sugillirt, ebenso die Umgebung der rechten Niere, Nebenniere und der Gekröslymphdrüsen. Die Substanz der Nieren und Nebennieren mit zahlreichen kleinen Hämorrhagien durchsetzt. Die Milz ist sehr schlaff und klein. Im omentum majus zahllose kleine Blutungen. Der Inhalt des Dickdarms blutig. Das Herz klein und schlaff, die Muskulatur blass, im Epi- und Endocard wenig Hämorrhagien. Die Lungen blutreich; die Trachea sowie der Kehlkopf mit gelbem Schaum erfüllt. Die Nasenschleimhaut geröthet und geschwollen mit zähem Schleim bedeckt.

Alle Organe stark icterisch.

Epicrise: Wenn auch die stark icterische Verfärbung der Organe auf JCl_3-Wirkung, ebenso wie die Necrose an der Impfstelle zurückzuführen sind, so sind doch wohl die zahlreichen Hämorrhagien in den Organen, sowie der Nasenausfluss auf die Wirkung der Diphtheriebacillen zu beziehen. Obwohl 24 Stunden nach der Infection die Behandlung mit JCl_3 schon anfing, so war doch schon in dieser Zeit soviel Diphtheriegift, von den Bacillen am Orte der Infection erzeugt, in den Körper eingedrungen, dass die JCl_3-Injectionen wohl einen lebensverlängernden, aber keinen heilenden Effect mehr ausüben konnten. Wegen der Kostspieligkeit des Thiermaterials wurden Versuche in der Richtung damals nicht angestellt, ob es gelingt durch eine alsbald nach der Infection mit Diphtherie einsetzende locale Jodtrichloridbehandlung Schafe von der Infection zu heilen, wie dies für Meerschweinchen von Behring nachgewiesen worden ist.

Immunisirung von Hunden durch Verfütterung von Fleisch eines diphtherieimmunen und eines an chronischer Diphtherieinfection verendeten Schafes.

Wie oben erwähnt, wurden die nachstehend mitzutheilenden Fütterungsversuche von Hunden mit dem Fleische und den Organen eines diphtherieimmunisirten und eines an chronischer Diphtherieinfection verendeten Schafes der Ausgangspunkt für mich, an Hunden experimentelle Studien über die Wirkung des Diphtheriebacillus anzustellen.

Am 17. Mai 1892 wurde ein gegen Diphtherie immunisirtes Schaf (A) durch Verbluten aus der linken carotis getödtet. Es ist das dasselbe Thier, dessen Immunisirungsgeschichte in der mehrerwähnten Arbeit »Ueber Immunisirung und Heilung von Versuchsthieren bei der Diphtherie« a. a. O. näher mitgetheilt worden ist, und zwar handelt es sich um das mit Nr. II daselbst bezeichnete Thier.

Das Blutserum dieses Thieres, welches zur Behandlung diphtheriekranker Menschen Verwendung finden sollte (cf. Behring Blutserumtherapie Nr. I, Leipzig, Georg Thieme 1892, S. 12), besass einen erheblichen Immunisirungswerth. Die Obduction

des Thieres ergab durchaus normale Verhältnisse, namentlich fanden sich keine parenchymatösen Veränderungen an Leber und Nieren. Als einzig abnormer Befund zeigte sich in der Unterhaut eine bohnengrosse käsige Stelle, herrührend von einer der letzten Diphtherieinfectionen von Ende März vorigen Jahres.

Das zweite Schaf (B), welches gleichfalls am 17. V. vorigen Jahres einging, war seit Anfang März 1892 in Behandlung. Es wurde beabsichtigt dieses Thier durch Application allmählich steigender Culturmengen vollvirulenter, frischer, zwei- bis viertägiger Diphtheriebouillonculturen zu immunisiren. Es sollte zur Immunisirung die sogenannte Verdünnungsmethode herangezogen werden (cf. Behring Blutserumtherapie Nr. I S. 60).

Die zuerst injicirte Culturmenge betrug 0,1 ccm. Allmählich wurden dann grössere Mengen von Diphtheriebouilloncultur und zwar 0,2 ccm, 0,4 ccm und schliesslich 0,7 ccm injicirt. Das Thier reagirte auf diese Injectionen mit localen ödematösen Anschwellungen in der Unterhaut, die nach mehreren Tagen wieder zurückgingen, und mit starken bis 42,1° gehenden Temperaturerhöhungen. Einige Tage nach der Injection sank die Temperatur wieder zur Norm herab.

Die zuletzt am 9. IV. 92 injicirte Dosis von 0,7 ccm DBC war entschieden zu gross gewählt worden, oder das Thier stand noch unter dem Einfluss der vorherigen Injectionen, und es trat so eine cumulirende Wirkung ein; denn seit diesem Tage magerte das Thier ab; es bekam ab und zu schwere Hustenanfälle unter den Erscheinungen hochgradiger Athemnoth und wurde zusehends schwach und schwächer. Am Vormittage des 17. V. wurde von mir ein Anfall von heftiger Dyspnoë beobachtet. In einem zweiten solchen Anfalle ging das Thier am Nachmittage zu Grunde.

Die Obduction bestätigte die Annahme, dass das Thier einer chronischen Diphtherieinfection erlegen war. Die ganze Körpermusculatur war sehr blass, die Leber klein, schlaff und hellbraun, die Milz sehr klein, die gelblichen Nieren sehr weich; die Nebennieren sehr gross und blutreich, die Gekröslymphdrüsen bohnengross und schwärzlich roth. Die Kehlkopfschleimhaut geschwollen, der Kehlkopf selbst mit röthlichem Schaume ebenso wie die

Luftröhre gefüllt. Die Lungen im Zustande des Ödems mit Hypostasen. Das Herz klein und schlaff, die Musculatur auffällig blass, die Halslymphdrüsen vergrössert Die Leber-, Nieren und Herzverfettung sind uns als Erscheinungen chronischer Diphtherieinfectionen bei Thieren wohlbekannt und zeigen sich namentlich als Folgen der Wirkung des Diphtheriegiftes. — Das Untersuchungsergebnis der verschiedenen Organe auf die Anwesenheit von Diphtheriebacillen war ein negatives.

Mit dem Fleisch und den Organen dieser beiden Schafe (A und B) wurden nun folgende Fütterungsversuche angestellt.

Eine junge, 5½ kg schwere Mopshündin (Nr. VI) und ein grosser, 33,5 kg schwerer, junger Fleischerhund (oben näher beschrieben als Nr. II) wurden mit dem Fleisch und den Organen des Schafes A gefüttert. Und zwar erhielten die Mopshündin Nr. VI vom 18. bis zum 23. V. täglich etwa 0,75 kg und der grosse Fleischerhund Nr. II in der gleichen Zeit ungefähr pro Tag 2 kg davon. Die Thiere bekamen ausser diesem Fleisch mit den Knochen (und Leber, Nieren, Lungen, Herz etc.) keine weitere Nahrung in der Fütterungsperiode.

Das kleine Thier erhielt somit in den 6 Tagen ungefähr ebensoviel Fleisch als das eigene Körpergewicht betrug, während der grosse Hund ungefähr den dritten Theil seines Körpergewichtes an Fleisch und Organen des diphtherieimmunisirten Schafes gefressen hatte.

Mit dem Fleisch und den gesammten Organen des der chronischen Diphtherieinfection erlegenen Schafes B wurde eine glatthaarige, braune Jagdhündin Nr. VII von 21 kg Gewicht gefüttert. Das Thier, welches wie die beiden eben erwähnten Hunde in der Zeit vom 18.—25. V. nur Fleisch als Nahrung erhielt, hatte in dieser Zeit etwa 18 kg gefressen und demnach etwas weniger Fleisch, als sein Körpergewicht betrug, als Futter erhalten. Das Fleisch der beiden Schafe A und B, in dem kühlen und luftigen Keller des hygienischen Instituts aufbewahrt, hatte sich während der Fütterungsperiode ohne zu faulen gut erhalten. An den gefütterten Thieren waren übrigens keinerlei Erscheinungen während der Fütterungsperiode bemerkbar gewesen, welche auf

eine besondere Reaction des Organismus auf die Fütterung schliessen liessen.

Am 27. V., 3 Tage nach dem Aufhören der Fütterung, wurde nunmehr die junge Mopshündin Nr. VI in gleicher Weise und zusammen wie das im ersten Abschnitt unter Nr. I näher beschriebene Thier mit 0,5 ccm einer DBC vom 25. V. subcutan inficirt.

Die Versuchsbedingungen konnten in diesem Versuche durch einen besonders glücklichen Zufall fast gleich gestaltet werden. Beide Thiere von gleicher Race waren junge Hündinnen von ungefähr gleichem Alter und annähernd gleichem Körpergewicht.

Während nun das Thier Nr. I in 4 Tagen einer foudroyanten Diphtherieinfection erlag, blieb das gefütterte, etwas weniger schwere Thier Nr. VI am Leben. Es erkrankte zwar; aber doch schon 24 Stunden nach der Infection waren wesentliche Differenzen in dem Krankheitsverlaufe bei den beiden Thieren zu erkennen.

Die Temperatur betrug bei Nr. VI, 24 Stunden nach der Infection, nur 39,6°, während Nr. I eine Temperatur von 40,2° zeigte; während dann bei Nr. I die Temperatur fiel und schliesslich subnormal wurde, blieb sie bei Nr. VI nach dem ersten fieberhaften Ansteigen dauernd normal. Während weiter bei Nr. I, schon bald nach der Infection die Zeichen der schwersten Allgemeininfection eintraten, blieb Nr. VI verhältnismässig munter und lebhaft, ohne die Fresslust zu verlieren; es schien von vornherein, als ob die Krankheit mehr eine locale bleiben wollte. Auch wurde das Ödem und die Infiltration an der Injectionsstelle bei weitem nicht so gross, wie bei dem Controlthier Nr. I. Allerdings entstand auch bei Nr. VI an der Injectionsstelle eine fünfmarkstückgrosse necrotische Schwarte der infiltrirt gewesenen Partie, welche sich bis zum 10. VI. abgestossen hatte; es waren auch hier nach 14 Tagen und nach 24 Tagen noch Diphtheriebacillen aus der Infectionsstelle herauszuzüchten. Das Thier leckte sich übrigens fortwährend die wunde Partie und bekam so jedenfalls reichlich Diphtheriebacillen in Maul und Schlund, ohne dass es zur Erkrankung der Rachenorgane kam. Am Bauche und in der Mittellinie der Brust bildete sich bei Nr. VI in den nächsten Tagen nach der Infection ein streifenförmiges Senkungs-

ödem, genau so wie es nicht selten bei diphtherieinficirten Meerschweinchen beobachtet wird. Es entstand daselbst eine heftige Entzündung der Haut wie bei Ērysipelas bullosum. Aber auch diese Affection heilte zugleich mit der stetig sich verkleinernden geschwürigen Fläche an der Infectionsstelle. Das Thier Nr. VI nahm infolge der Infection und der localen Processe bis Mitte Juni stark an Gewicht ab; dasselbe sank auf 3757 g, doch war Ende Juni das Körpergewicht wieder auf 4600 g gestiegen. Lähmungsartige Erscheinungen wurden nicht beobachtet, das Thier ist ganz gesund geworden und wird uns noch des Weiteren beschäftigen. —

Nachdem aus vorstehendem Experimente Anfangs Juni es sich schon ergeben hatte, dass durch Fütterung mit dem Fleische des immunisirten Schafes (A) eine gewisse Festigung gegen Diphtherieinfection bei dem Hunde Nr. VI erreicht war in der Art und Weise, dass das Thier nur mit einer localen Affection auf eine bei einem Controlthier schnell tödtlich endende Infection reagirte, wurde ein weiterer Versuch, der am 10. Juni mit den beiden andern gefütterten Hunden Nr. II und Nr. VII angestellt wurde, in folgender Weise arrangirt.

Von der, wie sich bald herausstellte, irrigen Ansicht ausgehend (das vorher beschriebene Experiment hatte mir den Anhaltspunkt dazu gegeben), dass die Fütterung mit dem Fleische des immunisirten Schafes (A) bei Nr. II voraussichtlich einen höheren immunisirenden Effect haben würde, als die mit dem Fleische des der Diphtherieinfection erlegenen Schafes (B) bei der braunen Jagdhündin Nr. VII, glaubte ich den Hund Nr. II mit der doppelt so starken Dosis von Diphtheriebouilloncultur inficiren zu können als Nr. VII; das bei diesem Versuche in Betracht kommende Controlthier ist die langhaarige schwarze Jagdhündin Nr. V, deren Krankengeschichte oben schon näher mitgetheilt worden ist.

Der Hund Nr. II erhielt also am 10. VI. 1,0 ccm einer dreitägigen Diphtheriebouilloncultur, während die Hündin Nr. VII, sowie die Hündin Nr. V nur mit 0,5 ccm derselben Cultur inficirt wurden. Ein Meerschweinchen (Nr. 42) erhielt zugleich am

10. VI. 0,02 ccm derselben Cultur und war nach etwa 50 Stunden an typischer Diphtherieinfection gestorben; die Cultur war also sehr virulent.

Leider konnten nun bei dem Versuche am 10. VI. die Versuchsbedingungen nicht so gleichmässig wie bei dem vom 27. V. gewählt werden, da die drei beim Versuche benützten Thiere weder von gleicher Race, noch von gleichem Alter und Geschlecht und von gleichem Gewichte waren; gleichartige Hunde sind in Berlin sehr schwer zu erhalten; aber trotzdem sind auch die bei diesem Versuche erhaltenen Resultate wohl zu verwerthen.

Das Controlthier Nr. V erkrankte, wie in dem ersten Theil dieser Arbeit angegeben ist, an einer schliesslich zwar in Genesung endenden Krankheit, aber in ausserordentlich schwerer Weise an Diphtherie; es war ein altes Thier; damals war mir die Widerstandsfähigkeit älterer Hunde gegen Diphtherieinfection noch nicht bekannt, sonst würde ich dieses Thier als Controlthier nicht gewählt haben. Der Hund Nr. II (cf. oben) erlag nach 13 Tagen der Diphtherieinfection (doppelt so grosse Dosis als das Controlthier!); dagegen zeigte die braune Jagdhündin Nr. VII auf die gleiche Infection, welche bei dem widerstandsfähigen Controlthier eine monatelange schwere Krankheit verursachte, weiter nichts als eine kleine, locale, ödematöse Anschwellung an der Injectionstelle. Das Allgemeinbefinden war nur ganz vorübergehend unter leichter Temperatursteigerung (39,3°) gestört. Die auf die ödematöse Anschwellung an der Injectionsstelle folgende Infiltration in der Haut führte nicht zur Necrose. Es bildete sich vielmehr daselbst nur eine bindegewebige Schwiele, die in der Folge glatt resorbirt wurde.

Dass aber bei dem Thiere Nr. II die Fütterung mit dem Fleische trotz des letalen Ausganges einen Erfolg gehabt hat, geht daraus hervor, dass der Krankheitsverlauf ein recht protrahirter gewesen ist, obwohl die inficirende Dosis eine sehr grosse war. Bei einem späteren Versuche erlag ein ungefähr gleich starkes und gleichgeartetes Thier wie Nr. II einer Infection mit 1 ccm einer zweitägigen DBC schon nach 4 Tagen. Weiter ist zu beachten, dass der Grad der übertragenen Immunität durchaus

abhängig ist von der Menge der immunitätverleihenden Substanz im Verhältniss zum Körpergewicht des zu immunisirenden Thieres. Ich gehe dabei von der Annahme aus, dass das die Immunität verleihende Princip auch in den Organen ebenso wie im Blute in irgend einer Art enthalten ist. Darnach hatte die Mopshündin Nr. VI dreimal soviel immunisirende Substanz erhalten, als der Fleischerhund Nr. II.

Zieht man das Facit aus diesen Versuchen, so ergibt sich daraus Folgendes:

1. Durch Fütterung mit dem Fleisch eines immunisirten Schafes ist es möglich bei Hunden einen gewissen Grad von Immunität zu erzeugen. Das immunisirende Princip scheint demnach auch in den Organen ebenso wie im Blutserum enthalten zu sein. Weiter folgt, dass der antitoxische Stoff vom Verdauungskanal aus, ohne einer Alteration durch die Verdauungssäfte zu unterliegen, aufgenommen werden kann.

2. Der auf diese Art durch die Fütterung erzeugte Grad der Immunität ist nur ein geringer; er ist aber um so grösser, je mehr immunisirende Substanz im Verhältnis zum Körpergewicht einverleibt worden ist.

3. Durch Verfütterung von Organen eines an Diphtheriegift verendeten Schafes wird bei einem Hunde ein ziemlich erheblicher Grad von Diphtherieimmunität erzeugt. Es ist das im Körper des gestorbenen Thieres vorhandene Gift, welches vom Magendarmkanal aus immunisirend wirkt.

Sobald sich Gelegenheit bieten sollte, würde ich die mich namentlich, was den Punkt 1 und 2 betrifft, überraschenden Versuche wiederholen, um die erhaltenen Resultate noch eingehender auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Ehrlich, welcher in seiner bedeutenden Arbeit »Ueber Immunität durch Vererbung und Säugung (Zeitschrift für Hygiene und Infectionskrankheiten Bd. XII, 2)« gleichfalls über Fütterungsversuche mit Organtheilen hochimmuner Thiere berichtet, erwähnt, dass es ihm nie gelungen sei auf diesem

Wege auch nur die geringste Andeutung von Antikörpern zu erzielen. Ehrlich hat seine Versuche mit den Organtheilen tetanus- und ricinfester Thiere vorgenommen.

Nachdem sowohl die Mopshündin Nr. VI und die Hündin Nr. VII, als auch die Controlhündin Nr. V sich von der Infection erholt hatten, suchte ich festzustellen, ob durch die bisherige Behandlung das Blut dieser Thiere schon so verändert sei, dass es, auf andere Thiere übertragen, immunisirende Eigenschaften entfaltete. Es zeigte sich aber, dass auch in sehr grossen Dosen das Blutserum dieser Thiere noch keinerlei immunisirenden Effect ausübte. —

Steigerung der Immunität gegen die Diphtherieinfection bei Hunden.

Nachdem die wissenschaftlich interessante Thatsache constatirt war, dass es gelingt bei Hunden durch Verfütterung von Fleisch und Organen eines an chronischer Diphtherieinfection verendeten Schafes (Zuführung von Diphtheriegift) und eines diphtherieimmunen Schafes (Zuführung von irgendwelchen in dem Fleisch und den Organen enthaltenen immunisirenden Substanzen) einen gewissen Grad von Immunität hervorzurufen, machte ich nun den Versuch, auch bei Hunden durch die gleich zu beschreibende Immunisirungsmethode einen hohen Grad von Diphtherieimmunität herbeizuführen, wie das Behring und mir bei Schafen nach der Jodtrichloridmethode s. Z. gelungen war.

Von den bisherigen Versuchen waren drei Hunde am Leben geblieben, nämlich die kleine junge Mopshündin, oben bezeichnet als Nr. VI, ferner die grosse schwarze langhaarige Jagdhündin Nr. V und die braune glatthaarige Jagdhündin Nr. VII. Nr. VI hatte auf Grund der Fütterung mit dem Fleisch des immunen Schafes eine tödtliche Diphtherieinfection überstanden, Nr. VII war durch die Fütterung mit dem Fleisch des an chronischer Diphtherieinfection verendeten Schafes gegen eine Infection mit 0,5 ccm einer Diphtheriebouilloncultur gefestigt worden, und Nr. V hatte, ohne irgendwelche Vorbehandlung erfahren zu haben, nach langem Siechthum eine Infection mit 0,5 ccm einer zweitägigen Diphtheriebouilloncultur überstanden.

Anfang August vorigen Jahres, als diese drei Thiere in die Behandlung eintraten, hatten dieselben sich von den Infectionen im Allgemeinen erholt. Bei Nr. VI war an der Injectionsstelle der Diphtheriecultur eine glatte Narbe vorhanden, Nr. VII zeigte keinerlei locale Erscheinungen mehr, und bei Nr. V bestand an der Injectionsstelle noch eine thalergrosse granulirende Stelle in dem Fell.

Zur Steigerung der Immunität wählte ich eine andere als eine von den damals bekannten Immunisirungsmethoden[1]) gegen Diphtherie. Ich war auf dieselbe durch Beobachtung an Meerschweinchen hingewiesen.

Gelegentlich der Prüfung einer grösseren Reihe von 24 auf verschiedene Art und Weise vorbehandelten Meerschweinchen auf etwa eingetretene Diphtherie-Immunität mit einer für Controlthiere innerhalb 30 Stunden tödtlich verlaufenden Diphtherieinfection mit lebenden Bacillen am 27. V. 1892 fiel mir auf, dass zwei Meerschweinchen in dieser Versuchsreihe auf die tödtliche Infection nur mit einer geringen localen Infiltration in die Haut reagirten, welche nach 8 Tagen zu einer zehnpfennigstückgrossen Necrose führte. Diese Meerschweinchen waren im Februar 1892, also vor drei Monaten, zweimal kurz hintereinander zuerst mit 0,1 ccm und dann mit 0,4 ccm (bez. 0,6 ccm) eines Diphtheriegiftes subcutan inficirt, welches durch Zusammengiessen und Filtration von vielen, mehrere Monate alten Diphtheriebouillonculturen erhalten worden war. Das Gift [d. h. die durch Filtration durch Fliesspapier erhaltene und mit 0,6 proc. Carbolsäure versetzte Culturflüssigkeit; der bezeichnete Zusatz von Carbolsäure hindert die Entwicklung von fremder Bacterienvegetation und tödtet die Diphtheriebacillen ab, ohne der Giftigkeit Abbruch zu thun, (Behring)] sollte zur Immunisirung von Schafen benützt werden; da aber Dosen desselben bis 0,6 für Meerschweinchen sich als nicht tödlich erwiesen, so wurde dasselbe wegen der zu geringen Giftigkeit zu dem gedachten Zwecke nicht benutzt. Dagegen ergab sich, dass die beiden Meerschweinchen durch die zweimalige Gabe dieses verhältnismässig wenig wirksamen Giftes immunisirt worden waren.

1) Ueber Immunisirungsmethoden bei Diphtherie vergl. Behring, ›Geschichte der Diphtherie‹ S. 152 u. ff.

Im Frühjahr 1892 hatte ich nun wiederum mehrere Liter von 4 Monate alten Diphtheriebouilloncultureu zur Verfügung, welche bei der Prüfung auf ihre Giftigkeit an Meerschweinchen, nachdem die Culturen mit 0,6 % Carbol versetzt worden waren, um die Wirkung der Diphtheriebacillen aufzuheben, sich gleichfalls als wenig giftig erwiesen hatten. Auch mit diesem Gifte im Juni inficirte Meerschweinchen zeigten sich bei einer im Juli erfolgten Infection mit für Controlthiere tödtlichen Diphtherieculturmengen als immun. Während ein mit 1 ccm dieses Giftes inficirtes Meerschweinchen erst im Verlaufe von mehreren Wochen starb, reagirten zwei andere Meerschweinchen, die je 0,5 ccm erhalten hatten, mit einem geringen, bald verschwindenden localen Oedem auf die Intoxication. Die Körpertemperatur blieb einige Tage nach der Injection fieberhaft erhöht, auch nahm das Körpergewicht etwas ab. Nach 6 Tagen aber hatten sie sich ganz erholt und erwiesen sich also bei späterer Prüfung mit frischen virulenten Culturen als vollkommen immun.

Das unveränderte Gift mehrere Monate alter Diphtheriebouillonculturen, in nur krankmachenden Dosen applicirt, ist im Stande Meerschweinchen gegen spätere sonst sicher tödtliche Diphtherieinfectionen zu immunisiren.

Mit diesen alten Culturen, deren immunisirende Wirkung bei Meerschweinchen erprobt war, begann ich nun die Hunde zu behandeln. Die Injectionen erfolgten subcutan; die durch die Carbolsäure abgetödteten Bacillenleiber waren von der Injectionsflüssigkeit nicht abfiltrirt, da ich annahm, dass die Bacillenleiber, welche im Körper resorbirt werden, die immunisirende Kraft der injicirten alten Culturen zu steigern vermöchten.

Ich begann zuerst mit kleinen Mengen. Auf Injectionen von 1 ccm, 2 ccm, 2,5 ccm erfolgte jedesmal nur eine geringe locale Reaction, die darin bestand, dass an der Injectionsstelle bei den Hunden eine im Verlaufe von einigen Tagen sich zertheilende, flache Anschwellung in der Unterhaut sich bildete. In schneller Folge wurden darauf grössere Dosen injicirt, so dass Ende August 1892 den drei Hunden Giftmengen von 50 bez. 60 ccm injicirt wurden.

Je bacillenreicher die injicirten Mengen waren, um so stärker war die locale Reaction, indem sich abscessähnliche, fluctuirende Anschwellungen bildeten, die auch gelegentlich durch die Haut durchbrachen und einen serös-eitrigen, fadenziehenden Inhalt nach aussen fliessen liessen, der übrigens von den Hunden sorgfältig, wie das ihre Art ist, aufgeleckt wurde. Die eitererregende Kraft der abgetödteten Leiber der Diphtheriebacillen, eine Eigenschaft die nach Koch bekanntlich auch den abgetödteten Tuberkelbacillen zukommt, konnte auch hier beobachtet werden. Schon bei früheren Untersuchungen hatten Behring und ich die eitererregende Kraft von abgetödteten Diphtheriebouillon bemerkt. Als wir nämlich Kaninchen auf 70° erhitzte Diphtheriebacillen, welche wir durch Abfiltriren von Diphtheriebacillenculturen erhalten hatten, in dicker Emulsion unter die Haut spritzten, sahen wir an der Injectionsstelle Abscesse mit besonders dicker bindegewebiger Abscessmembran auftreten, die später durch die Haut durchbrachen und einen dicken, weissen, käsigen Eiter entleerten. Bei Kaninchen entstanden nach solchen Injectionen zuerst flache diffuse Anschwellungen, die nach einigen Tagen sich zu eigenartigen, unter der Haut verschiebbaren Geschwülsten mit glatter lappiger Oberfläche zusammenzogen, so dass sie am meisten Atheromen ähnlich waren, eine Aehnlichkeit, die noch durch den eigenthümlichen breiartigen Inhalt, den sie beim Aufschneiden nach der Exstirpation aufwiesen, vermehrt wurde.

Wegen des Auftretens der Abscesse bei den Hunden, die nach den Injectionen von grösseren Culturmengen über faustgrosse Säcke bildeten, wurden zu den späteren grösseren Injectionen mehr die klare Culturflüssigkeit gewählt, doch enthielt auch diese immer noch reichlich Bacillen, da beim Transport der grossen Flasche nach dem Thierstall, welche die zusammengegossenen Culturen enthielt, ein Schütteln und damit ein Aufwirbeln des aus den Bacillen bestehenden Bodensatzes unvermeidlich war, so dass die Injectionsflüssigkeit doch meist stark getrübt war.

Neben dem Auftreten der localen abscessähnlichen Geschwülste wurden Störungen des Allgemeinbefindens bei den Hunden nicht beobachtet. Und doch sind solche bei Hunden leicht wahrzu-

nehmen, da diese Thiere bei Krankheiten sofort eine Veränderung ihres Wesens zeigen.

Die Temperatur, welche seit Ende Mai vorigen Jahres bis heute (April 1893) bei diesen Thieren regelmässig Morgens und Abends sorgfältig gemessen wurde, zeigte während der Injectionszeit mit Gift niemals eine fieberhafte Steigerung, die Fresslust blieb unverändert, höchstens trat eine geringe Abnahme des Körpergewichts ein.

Um die Uebersichtlichkeit des Ganges der Immunisirungsmethode zu erleichtern, sei es gestattet, die über die drei Hunde geführten Protocolle hier in abgekürzter Form mitzutheilen.

Nr. VI. Junge Mopshündin[1]). Gewicht Anfang August 1892 5,3 kg; Anfang Mai 1893 8 kg.

8. VIII. 1892 2 ccm DG,
18. VIII. » 6 ccm DG,
20. VIII. » 10 ccm DG,
23. VIII. » 20 ccm DG,
26. VIII. » 30 ccm DG,
28. VIII. » 50 ccm DG,
31. VIII. » 1 ccm DBC 25. VIII.,
8. IX. » 2 ccm DBC 1. IX.,
12. IX. » 3 ccm DBC 8. IX.,
19. IX. » 4,5 ccm DBC 17. IX.,
29. IX. » 10 ccm DBC 25. IX.,
16. X. 1892 20 ccm DBC 8. X.,
24. X. » 40 ccm DBC 22. X.,
15. XI. » Entnahme von 50 ccm Blut aus der vena jugul. ext. sin.
17. XI. 1892 50 ccm DBC 15. XI.,
15. XII. » 50 ccm DBC 2. XII.,
18. II. 1893 Entnahme von 100 ccm Blut aus der vena jugul. ext. dextr.
1. III 1893 Das Thier wird zu Züchtungsversuchen verwendet.

Nr. V. Aeltere, langhaarige, schwarze Jagdhündin. Gewicht Anfang August 1892 21,3 kg; Anfang Mai 1893 26 kg.

1. VIII. 1892 1 ccm DG,
3. VIII. » 2,5 ccm DG,
8. VIII » 5,0 ccm DG,
18. VIII. » 10,0 ccm DG,
23. VIII. » 20,0 ccm DG,
26. VIII. » 40,0 ccm DG,
28. VIII. » 60,0 ccm DG,
31. VIII. » 1 ccm DBC 25. VIII.,
8. IX. » 2 ccm DBC 1. IX.,
19. IX. » 6 ccm DBC 17. IX.,
29. IX. » 10 ccm DBC 25. IX.,
16. X » 20 ccm DBC 8. X.,
24. X. » 40 ccm DBC 22. X.,
2. XI. » 80 ccm DBC 29. X.,
14. XI. 1892 Entnahme von 50 ccm Blut aus der vena saphen. dextr.
17. XI. » 50 ccm DBC 15. XI.,
3. XII. 1892 Entnahme von 50 ccm Blut aus der vena jugul. ext. sin.,
5. XII. 1892 80 ccm DBC 2. XII.,
7. I. 1893 Entnahme von 400 ccm Blut aus der vena jugul. ext. dextr.,
18. I. 1893 105 ccm DBC 16. I.
13. II. » 170 ccm DBC (4. II.); ein 11 kg schwerer Controlhund erliegt der Infection mit 0,4 ccm derselben Cultur nach 14 Tagen.

---

1) Anm. DG bedeutet Diphtheriegift, d. h. eine mehrere Monate alte Diphtheriebouilloncultur, in welcher die Bacillen durch Zusatz von 0,6% Carbolsäure abgetödtet sind; DBC bedeutet auch hier Diphtheriebouilloncultur; das dahinter stehende Datum bezeichnet das Alter der Cultur.

7. III. 1893 Entnahme von 150 ccm Blut aus der vena jugul. sin.,
3. III 1893 Die Hündin wird belegt;
28. IV. » Entnahme von 500 ccm Blut aus der vena jugul. ext. dextr. (das Blut ergibt 250 ccm Serum)

Nr. VII. Jüngere, glatthaarige, braune Jagdhündin. Gewicht Ende Juli 1892 20,9 kg; Anfang Mai 1893 24 kg.

1. VIII. 1892 1 ccm DG,
3. VIII. » 2,5 ccm DG,
8. VIII. » 5 ccm DG,
18. VIII. » 10 ccm DG,
20. VIII. » 10 ccm DG,
23. VIII. » 20 ccm DG,
26. VIII. » 40 ccm DG,
28. VIII. » 60 ccm DG,
31. VIII. » 1 ccm DBC 25. VIII.,
8. IX. » 2 ccm DBC 1. IX.,
12. IX. » 3 ccm DBC 8. IX.,
19. IX. » 8 ccm DBC 17. IX,
29. IX. » 16 ccm DBC 25. IX.,
16. X. » 30 ccm DBC 8. X.,
24. X. » 40 ccm DBC 22. X.,
2. XI. » 60 ccm DBC 29. X.,
14. XI. 1892 Entnahme von 30 ccm Blut aus der vena saphena dextr.,
17. XI. 1892 32 ccm DBC 15. XI.,
8. XII. » 105 ccm DBC 6. XII.,
7. I. 1893 Entnahme von 200 ccm Blut aus der vena jugul. ext. dextr.
18. I. 1893 77 ccm DBC 6. XII.,
25. I. » Entnahme von 230 ccm Blut aus der vena jugul. ext. sin,
13. II. 1893 95 ccm DBC 4. II.; Controlhund stirbt auf 0,4 ccm derselben Cultur nach 14 Tagen.
16. III. 1893 Entnahme von 200 ccm Blut aus der vena jugul ext. dextr.,
20. III. 1893 Die Hündin wird belegt;
29. IV. » Entnahme von 300 ccm Blut aus der vena jugul. ext. sin.

Nach dieser vorbereitenden Behandlung ging ich nun behufs Steigerung der Immunität zur Anwendung vollvirulenter lebender Diphtheriebouillonculturen über, welche Meerschweinchen und Hunden gegenüber die oben angeführte enorme Virulenz entfalteten.

Auch mit den Injectionsmengen der virulenten Diphtheriebouillonculturen, deren anfängliche die tödtlichen Minimaldosen für grosse Hunde schon um das Doppelte überstiegen, konnte ich in einem schnellen Tempo steigend vorgehen.

Ueber die Art und Weise der Steigerung der Injectionsmengen geben die vorstehend angeführten Protocolle Auskunft, aus welchen auch hervorgeht, dass seit Ende August mit den subcutanen Injectionen von virulenten Bacillen begonnen wurde. Bei jeder Injection mit virulenten Diphtheriebouillonculturen, die bei den Hunden vorgenommen ward, wurde immer ein Meerschweinchen und ein Kaninchen mitinficirt, um einen Anhaltspunkt über die Virulenz der Culturen zu haben. Nicht vollvirulente Culturen wurden nie injicirt, die inficirten Meerschweinchen und Kaninchen erlagen

stets der Infection in kurzer Zeit und zwar die Meerschweinchen nach Injectionen von 0,005—0,02 ccm, die Kaninchen nach Mengen von 0,2 ccm Diphtheriebouilloncultur. Controlhunde jedesmal mitzuinficiren, verbot sich aus naheliegenden Gründen von selbst, war ausserdem auch nicht nöthig, nachdem einmal das Verhältniss der tödlichen Dosen für Hunde zu der tödlichen Dosis für Meerschweinchen festgestellt worden war.

Nach dem Protocoll wurde der schwarzen langhaarigen Jagdhündin Nr. V am 31. VIII. 1892 zuerst 1 ccm virulente Diphtheriebouilloncultur injicirt; am 29. IX. wurden schon 10 ccm, am 17. XI. bereits 50 ccm und am 13. II. 1893 gar 170 ccm virulente Cultur vertragen, eine Culturmenge, welche mindestens dem 1000 fachen der für jüngere kleinere Hunde genügenden tödlichen Minimaldosis entspricht; denn ein alter (also sehr widerstandsfähiger) 11 kg schwerer Controlhund (Pudel) erlag einer Infection mit 0,4 ccm derselben Cultur nach schwerstem Krankheitsverlauf in zwei Wochen.

Die Erscheinungen, mit welchen die Hunde auf so enorme Injectionsmengen vollvirulenter Diphtheriebouillonculturen reagirten, waren allgemeiner und localer Natur.

Ganz regelmässig erfolgte auf die Injection von lebenden Diphtherieculturen zum Unterschied von den Giftinjectionen (mit abgetödteten Bacillen) eine starke Temperatursteigerung, die meist 2 bis 3 Tage, fast unmittelbar nach der Injection beginnend, andauerte und 40,2°—40,7° erreichte, um dann ganz allmählich im Verlaufe von 8 Tagen zur Norm zurückzukehren. Dann wurde aber auch die merkwürdige Erscheinung beobachtet, dass die anfängliche Steigerung der Temperatur nur bis 40° ging, dafür aber wochenlang um mehrere Centigrade die Normaltemperatur überstieg, um dann erst ganz allmählich abzufallen; gelegentlich wurden ganz unregelmässig auftretende, kurz vorübergehende Temperatursteigerungen auch längere Zeit nach erfolgter subcutaner Injection bemerkt. Während die Thiere an den Tagen der schroffen Temperatursteigerungen matt und schlaff erschienen, zeigten sie in der Zeit der dauernden Temperaturerhöhungen keine besonderen Erscheinungen von Mattigkeit, Abgefallensein oder verringerter

Fresslust. Auch zeigte sich keine, oder nur eine geringfügige Abnahme des Körpergewichts. Während des ganzen Immunisirungsprocesses haben alle drei Thiere um mehrere Kilo an ihrem Körpergewicht zugenommen.

Was die localen Erscheinungen an der Injectionsstelle betrifft, so entstand 24—48 Stunden nach der subcutanen Injection ein weitausgedehntes, sich heiss anfühlendes Oedem in der Unterhaut; dieses Oedem zog sich im Laufe der nächsten Tage zu fluctuirenden Anschwellungen zusammen, welche namentlich nach den Injectionen von grösseren Culturmengen Kinderfaustgrösse und darüber erreichten. Aus diesen localen Anschwellungen entwickelten sich niemals umfangreiche Hautnecrosen. Als Injectionsstellen wurden die Hautpartieen zu beiden Seiten der Wirbelsäule gewählt. Da an ein und derselben Stelle nie mehr als 10 ccm lebender Cultur injicirt wurden, so waren einige Tage nach der Injection grösserer Culturmengen längs der Wirbelsäule eine ganze Reihe knotenförmiger Auftreibungen in der Haut zu fühlen. Häufig brachen diese Anschwellungen und dann fast immer an der Einstichstelle der dickeren Nadel der Koch'schen 10 ccm-Spritze durch die Haut und entleerten dann reichlichst einen fadenziehenden, röthlichen, eitrigen Inhalt. Die nicht durchbrechenden Knoten wurden im Laufe von 14 Tagen allmählich kleiner und kleiner und wurden schliesslich vollkommen resorbirt.

Sobald das Körpergewicht die vor der Injection vorhandene Grösse erreicht hatte, die Temperatur zur Norm zurückgekehrt war, und die localen Erscheinungen in Rückbildung begriffen waren, erhielten die Hunde behufs Steigerung der Immunität immer grössere Mengen virulenter Diphtheriebouillonculturen injicirt.

Um Aufschluss über das Schicksal der in so enormen, durch Zahlen kaum auszudrückenden Mengen injicirter Diphtheriebacillen im Körper der mehr und mehr immun werdenden Hunde zu erlangen, wurden folgende Versuche angestellt:

Am 17. XI. 1892 erhielt die mit Nr. VI bezeichnete Mopshündin 50 ccm virulenter zweitägiger Diphtheriebouilloncultur (auf Virulenz, Reinheit und Lebensfähigkeit war die Cultur vorher

geprüft worden) injicirt in Mengen von je 10 ccm an 5 verschiedenen, weit von einander entfernten Stellen der Rückenhaut. Am 18. XI. hatten sich an allen Injectionsstellen die mehrfach erwähnten Anschwellungen in der Unterhaut gebildet. Nach Entfernung der Haare und sorgfältigster antiseptischer Reinigung der Haut wurde mit einem sterilisirten Messer in die leicht fluctuirende Geschwulst eingestochen. Es entleerte sich auf Druck eine dünnem Eiter ähnliche, mit Blut vermengte Flüssigkeit. Mit 2 Oesen von dieser Flüssigkeit wurde alsbald ein Meerschweinchen (Nr. 111) in eine Tasche der Unterhaut an der rechten Körperseite geeimpft; eine Oese der Flüssigkeit wurde direct in ein Bouillonröhrchen übertragen, und eine weitere Oese auf 4 schräg erstarrten Agarröhrchen der Reihe nach ausgestrichen. Bouillon und Agarröhrchen wurden in den Brütschrank gebracht.

Die mikroskopische Untersuchung des eiterähnlichen Inhalts ergab die Anwesenheit von zahlreichen Diphtheriebacillen, sehr viele derselben lagen zu 6 bis 8 innerhalb der Eiterkörperchen, die Mehrzahl derselben aber frei zu 50 und mehr Einzelindividuen angeordnet in den bekannten scholligen Massen, wie man sie in den Bouillonculturen findet.

Am nächsten Tage zeigten sich auf den Agarröhrchen zahlreiche Colonien von Diphtheriebacillen in Reincultur, ebenso ergab die mikroskopische Untersuchung des Bouillonröhrchens Diphtheriebacillen in Reincultur. Das geimpfte Meerschweinchen, welches in den beiden Oesen ausserordentlich grosse Mengen von Diphtheriebacillen erhalten hatte, erkrankte an einer Affection, welche an der Impfstelle nach 6 Tagen zu einer fünfpfennigstückgrossen Nekrose führte, während sich in der Mittellinie der Brust und des Bauches ein streifenförmiges Senkungsoedem bildete, das nach dem Verlauf von einigen Tagen wieder rückgängig wurde. Das Thier wurde wieder ganz gesund.

Dass die Affection durch die in dem Eiter mitübertragenen Diphtheriebacillen erzeugt worden ist, geht aus den Krankheitserscheinungen und dann aus dem Umstande hervor, dass bei den Meerschweinchen Diphtheriebacillen unter der sich bildenden nekrotischen Schwarte herauszuzüchten waren; da aber die Krank-

heit in Genesung endete, so folgt daraus, dass die virulenten Diphtheriebacillen durch den 24stündigen Aufenthalt im Körper des immunen Hundes abgeschwächt worden waren. Die aus dem Eiter auf den Agarröhrchen in Reincultur erhaltenen Diphtheriebacillen erwiesen sich dagegen, übertragen in Bouillonculturen und auf Meerschweinchen übergeimpft, als höchst virulent. — Am 19. XI. 1892, 48 Stunden nach der Injection, hatte sich bei der Mopshündin Nr. VI an einer anderen Injectionsstelle eine walnussgrosse, fluctuirende Geschwulst gebildet. Die mikroskopische Untersuchung des unter allen sterilen Cautelen aus der Geschwulst entnommenen Inhalts ergab gleichfalls noch das Vorhandensein zahlreicher Diphtheriebacillen, dagegen hatte ihre Zahl erheblich abgenommen; sowohl in den Eiterkörperchen als ausserhalb derselben waren Bacillen nachweisbar, jedoch hatten viele Bacillen den Farbstoff schlecht aufgenommen. Eine Züchtung der Bacillen auf Agar ergab positive Resultate. Die Colonien dieser aus dem Eiter gewonnenen Diphtheriebacillen zeichneten sich durch eine ausserordentliche Grösse (über Linsengrösse!) aus. Ein mit 5 Oesen dieses Eiters geimpftes Meerschweinchen blieb aber vollkommen gesund und zeigte an der Impfstelle keinerlei Reaction.

Am 4. Tage nach der Injection vom 17. II. wurde ein dritter Abscess auf die Persistenz der Diphtheriebacillen im Körper des immunen Hundes mikroskopisch, durch das Culturverfahren und durch Uebertragung eines ganzen Cubiccentimeters des Abscessinhaltes auf ein Meerschweinchen (Nr. 122) geprüft. Es konnten aber weder mikroskopisch noch durch die Cultur Diphtheriebacillen mehr nachgewiesen werden, ebenso rief die Injection des ganzen Cubiccentimeters Abscessinhaltes irgendwelche krankhafte Erscheinungen bei dem Meerschweinchen Nr. 122 nicht hervor; an Stelle der Injection bildete sich eine schwielenartige Verdickung in der Unterhaut, welche nach einiger Zeit von selbst verschwand.

Nachdem die Hunde später auf einen höheren Immunitätsgrad gebracht worden waren, wurden noch einmal Untersuchungen über die Persistenz der injicirten Diphtheriebacillen im Körper eines hochimmunen Hundes angestellt. Die braune Jagdhündin

Nr. VII hatte am 13. II. 1893 95 ccm lebender, virulenter Diphtheriebuoilloncultur vom 4. II. subcutan injicirt erhalten. Einer von den an den zehn verschiedenen Injectionsstellen entstandenen Abscessen wurde am 17. II. auf das Vorhandensein von Diphtheriebacillen untersucht. Mikroskopisch waren Diphtheriebacillen in den 4 Tage nach der Injection von Bacillen entstandenen Abscessen sowohl innerhalb als ausserhalb der Leucocyten noch nachweisbar, aber zum Theil schwer färbbar Dagegen ergab die Züchtung auf Agar negative Resultate,'ebenso verursachte eine Injection von 1 ccm bezw. von sogar 5 ccm (!) Abscessinhalt bei den Meerschweinchen Nr. 215 und Nr. 216 keinerlei Krankheitserscheinungen. Immunität gegen Diphtherieinfection war übrigens durch die Uebertragung des Abscessinhaltes bei den Meerschweinchen nicht entstanden, auch das Meerschweinchen Nr. 111. welches infolge der Uebertragung von 2 Oesen des 24 Stunden alten Abscessinhaltes eine schwere Erkrankung durchgemacht hatte, zeigte sich nicht immun.

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich, dass die Diphtheriebacillen im Körper von hochgradig immunen Hunden, auch in den allergrössten Mengen den Thieren subcutan beigebracht, innerhalb einiger (3—4) Tage vollkommen zu Grunde gehen und schon bald nach der Injection an ihren vitalen Functionen Einbusse erleiden. Im Körper nicht oder nur in geringem Grade immunisirter Hunde bleiben sie mehrere Wochen lang am Leben.

Ich lasse dahingestellt, ob die Phagocytose die einzige Ursache des Zugrundegehens der Bacillen ist, oder ob nicht die Körperflüssigkeiten im immunisirten Thierkörper selbst schädigend auf das Bacillenleben einwirken. Die Flüssigkeiten des Körpers verhalten sich dann jedenfalls anders als das Blutserum in vitro. Auch in dem Blutserum von so hochgradig immunen Hunden und Meerschweinchen, dass sie gegen die mehr als tausendfach tödliche Dosis von virulenten Diphtheriebacillen sich fast indifferent verhalten, wachsen in vitro die Diphtheriebacillen sehr reichlich. Ja, die Culturen in solchen Blutserumsorten

zeichnen sich durch besonders üppiges Wachsthum in dicken Krümeln aus. Und während ein Diphtherieheilserum von Hunden und Meerschweinchen, in kleinsten Mengen für Diphtherie empfänglichen Thieren subcutan injicirt, diese gegen die sonst unfehlbar tödliche Diphtherieinfection schützt, ja nach geschehener Infection heilt, wachsen in demselben in vitro virulente Bacillen!

Auch darauf wurden die Untersuchungen gerichtet, ob nach der Injection von so ungeheuren Culturmengen lebender Bacillen dieselben etwa auf dem Wege der Lymphbahnen in das Blut und in den Urin übergingen, aber wiederholte Untersuchungen zeigten, dass Blut und Urin stets bacillenfrei waren.

Je immuner die Hunde nun gegen Diphtherieinfectionen wurden, desto stärker immunisirende und heilende Eigenschaften entfaltete ihr Blutserum bei Meerschweinchen, welche mit Diphtheriebacillen inficirt worden waren. Die immunisirende Leistung eines Blutserums, welches von einem gegen Diphtherie künstlich immunisirten Thiere stammte, wurde bisher bekanntlich so festgestellt[1]), dass man einer Reihe von Meerschweinchen Blutserum in steigender Menge subcutan injicirte und zwar so, dass ein Meerschweinchen z. B. Serum im Verhältnis von 1:1000 zu seinem Körpergewicht, ein zweites 1:500, ein drittes 1:400 u. s. w. erhielt und nun nach 24 Stunden diese Meerschweinchen mit einem oder mehreren Controlmeerschweinchen zusammen mit einer Dosis einer zweitägigen virulenten Diphtheriebouilloncultur inficirt wurden, von welcher bekannt war, dass ausgewachsene Meerschweinchen daran in 2 bis 4 Tagen unter den typischen Erscheinungen der Diphtherie zu Grunde gingen. Wenn nun die mit dem Serum vorbehandelten Thiere am Leben blieben und auch local keine Krankheitserscheinungen zeigten, so wurde die angewendete Serummenge als zur Immunisirung ausreichend bezeichnet. Der Grad der Immunität verleihenden Wirkung des Serums wurde durch die kleinste Menge ausgedrückt, welche noch im Stande war, die inficirten Thiere so zu beeinflussen, dass sie auch local keine Krankheitserscheinungen zeigten. Blieb ein

1) Vergl. Behring und Wernicke a. a. O.

Meerschweinchen, welches Serum im Verhältnis von 1:1000 zu seinem Körpergewicht injicirt erhalten hatte, bei der darauffolgenden tödlichen Infection mit Diphtheriebacillen zwar am Leben, zeigte aber eine in localer Infiltration mit nachfolgender Nekrosenbildung sich äussernde locale Erkrankung an der Injectionsstelle, während ein mit Serum im Verhältnis von 1:500 zu seinem Körpergewicht behandeltes Meerschweinchen bei gleicher nachfolgender Diphtherieinfection vollkommen gesund blieb ohne irgendwelche locale Affection, so wurde die immunisirende Leistung des Serums mit 1:500 bezeichnet.

Ferner ist bekannt, dass man zur Heilung von diphtherieinficirten Meerschweinchen, nachdem dieselben also schon deutliche Krankheitserscheinungen zeigen, bestehend in localem Oedem an der Infectionsstelle sowie allgemeiner Schlaffheit und Athemnoth, weit grössere Serummengen braucht als zur Immunisirung und zwar um so mehr, je weiter die Krankheit schon vorgeschritten ist, und je schwerer die Infection war. Es besteht hier ein einigermaassen festes Verhältnis zwischen der zur Immunisirung ausreichenden Serummenge und der zur Heilung (Behandlung nach der Infection) erforderlichen und zwar derart, dass bei der gleichen Infection, wie eben erwähnt, unmittelbar nach der Infection das $1\frac{1}{2}$ bis 2fache derjenigen Serumdosis zur Heilung gebraucht wird, die zur Immunisirung genügt hatte, 8 Stunden nach der Infection ist schon das 3fache, 24 bis 36 Stunden nach der Infection schon das 8fache nothwendig.

Man kann also aus dem Immunisirungswerth einen Schluss auf den Heilwerth des Serums machen.

Der Immunisirungswerth eines Serums wird jetzt, wie weiter unten ausgeführt wird, etwas anders aufgefasst, indem nicht die jede Reaction verhindernde, sondern die das Leben erhaltende Wirkung des Serums in den Vordergrund gestellt wird, wenn das Serum vor der Infection zur Anwendung kommt.

Gleich bei den ersten Prüfungen des Blutserums der immunisirten Hunde, im November 1892, konnte ich feststellen, dass ihr Serum sehr erhebliche immunisirende Eigenschaften entfaltete. Bei den seit November fortgesetzten Prüfungen des Serums legte

ich nun das meiste Gewicht auf die Feststellung des heilenden Effectes des Blutserums.

Die Blutentnahme zum Zwecke der Serumgewinnung bei den immunisirten Hunden nahm ich in der Art und Weise vor, dass ich, wenn es sich darum handelte, nur kleinere Mengen Serum zu gewinnen, mit einem Gummischlauche eine Hinterextremität des Thieres am Oberschenkel umschnürte. Dann trat die bei den Hunden über die Achillessehne verlaufende und schon an sich deutlich sichtbare Vene (vena saphena) sehr stark hervor; wenn nun nach sorgfältiger antiseptischer Reinigung der betreffenden Hautpartie die Vene angestochen wurde, so erhielt man mit leichter Mühe 20 bis 40 ccm Blut. Will man grössere Mengen Blut von den Hunden ohne eingreifende Operationen gewinnen, so ist dazu besonders die vena jugularis externa geeignet. Bei wohlgenährten Thieren tritt dieselbe nun am Hals nicht besonders deutlich hervor. Die Ader wurde daher so aufgesucht, dass ein quer zum Verlaufe der Ader gehender, 5 bis 6 cm langer Schnitt durch die rasirte Haut geführt und dann die Ader stumpf in einer Länge von 3 cm frei präparirt wurde. Eine central angelegte Fadenschlinge brachte das Gefäss zum prallen Anschwellen. Bevor man nun mit einem scharfen Scalpell die Ader öffnete, wurde eine nicht geknotete Fadenschlinge ganz locker oberhalb der in Aussicht genommenen Einstichstelle herumgeführt, um die Vene sofort nach beendeter Blutentnahme, behufs Vermeidung weiteren Blutverlustes, durch festes Zuziehen und Knoten des Fadens schliessen zu können. Aus der kleinfingerdick anschwellenden vena jugularis kann man auf diese Art, ohne das Leben der Hunde zu gefährden, leicht und schnell 200 bis 400 ccm Blut erhalten. Das Blut, welches in einem Bogen aus der Vene hervorspritzt, fängt man direct in einer mit weitem Halse versehenen und mit Glaspfropfen zu verschliessenden, sterilisirten Glasflasche auf. Nach beendeter Blutentnahme wird das Glasgefäss mit dem Glaspfropfen sofort geschlossen und in den Eisschrank gebracht, wo eine reichliche Serumausscheidung in 24 bis 48 Stunden erfolgt

Die Hautwunde am Hals wurde durch 5 bis 6 Nähte sorgfältig geschlossen und mit Jodoform bestreut. Nach 8 Tagen war die so angelegte Wunde meist per primam geheilt.

Wählt man die erste Unterbindungsstelle für die jugularis möglichst nahe dem jugulum, so kann man aus derselben Vene durch eine spätere etwas weiter nach dem Kopfe zu angelegte Unterbindung von Neuem Blut entnehmen, oder aber ein neues nach der Ligatur sich bildendes, der vena jugularis externa entsprechendes, hochliegendes Gefäss zur Blutentnahme heranziehen.

Zu weiteren Blutentnahmen würde ich die Carotiden wählen.

Das so gewonnene Blutserum erwies sich in allen Fällen als steril; um dasselbe zu conserviren und für Versuche am Menschen anwendbar zu machen, wurde es mit sterilen Pipetten in sterilisirte Gefässe gefüllt und nach Behring's Vorgang mit einem Zusatz von 0,5 % Carbol versetzt. Eine Abnahme der Wirksamkeit oder ein Verderben des so behandelten Serums habe ich nie beobachtet. Ein Eintrocknen des Serums im Vacuumapparat oder über Schwefelsäure schädigt die specifischen Eigenschaften desselben in keiner Weise. Löst man solches trockenes Serumpulver in destillirtem Wasser wieder auf, so zeigt es genau die gleichen immunisirenden und heilenden Potenzen wie das Serum vor dem Eintrocknen. Diese Erfahrungen habe ich schon vor mehr als Jahresfrist bei dem von Schafen gewonnenen Heil serum machen können, ja, ich habe damals schon das Serum pulver aufgelöst zu subcutanen Injectionen beim diphtheriekranken Menschen verwendet.

Anfügen will ich hier noch eine weitere Beobachtung, welche den Beweis liefert, dass auch ein Carbolsäurezusatz von nur 0,5 % zu dem Diphtherieheilserum wohl geeignet ist, nicht nur mehrere Monate, sondern über ein Jahr lang dasselbe steril zu erhalten und seine specifischen Eigenschaften unverändert zu conserviren. Eine Portion Heilserum von einem Schafe stammend war Ende Januar 1892 mit 0,5 % Carbolsäure versetzt worden und bei Zimmertemperatur in einem kleinen, mit Glaspfropfen verschlossenen Glasfläschchen ohne besondere Cautelen aufbewahrt worden. Das Serum hatte damals einen Immunisirungswerth von 1 : 200. Genau der

gleiche Immunisirungswerth konnte Ende April dieses Jahres bei einem Versuche bei zwei Meerschweinchen constatirt werden. Die Prüfung des Serums auf seine Sterilität durch Übertragen einer Oese dieses Serums in ein Bouillonröhrchen ergab die Abwesenheit von irgend welchen Bacterien.

Als Schema für die Art und Weise, in welcher die Prüfung des von den immunisirten Hunden herstammenden Serums auf seine therapeutischen Eigenschaften vorgenommen wurde, sei nachstehende Untersuchungsreihe angeführt.

Fünfzehn Meerschweinchen wurden am 26. Januar cr. mit 0,0075 ccm einer zwei Tage im Brütschrank reichlich gewachsenen Diphtheriebouilloncultur durch subcutane Injection an der rechten Körperseite ganz gleichmässig inficirt. 20 Minuten nach der Infection wurden nun vier Meerschweinchen mit dem Serum eines Hundes (Nr. VII) behandelt, welches von einer Blutentnahme vom 25. Januar stammte. Und zwar erfolgte die Behandlung so, dass den Thieren das Serum unter die Haut der linken Körperseite (also ganz entfernt vom Orte der Infection) injicirt wurde. Nr. 200 erhielt Serum im Verhältnis zu seinem Körpergewicht 1 : 100, Nr. 201 Serum 1 : 1000, Nr. 213 Serum 1 : 5000, Nr. 212 Serum 1 : 10000.

Acht Stunden nach der Infection, während sich bei den Controlthieren Nr. 214, Nr. 204 und Nr. 206, sowie bei allen übrigen noch nicht mit Serum behandelten Thieren die ersten Folgen der Infection mit Diphtheriebacillen dadurch documentirten, dass an der Infectionsstelle ein geringes, aber doch schon deutlich fühlbares, weiches Oedem auftrat, erhielten Nr. 203 Serum im Verhältnis von 1 : 100, Nr. 211 Serum 1 : 250, Nr. 207 Serum 1 : 500 Körpergewicht unter die Haut der linken Körperseite injicirt. 24 Stunden nach der Infection zeigten nun die Thiere Nr. 205, Nr. 208, Nr. 209 und Nr. 210 ebenso wie die drei Controlthiere an der Injectionsstelle ein fast thalergrosses, weiches Oedem, weiterhin behinderte Respiration und liessen durch ihr schlaffes Verhalten erkennen, dass sie unter dem Einfluss einer schweren Infection standen.

In diesem Zustande erhielten nun Nr. 205 Serum im Verhältnis von 1 : 100, Nr. 208 1 : 200, Nr. 209 1 : 300, Nr. 210 1 : 500 zum Körpergewicht.

Ueber den Verlauf des Versuches gibt nachstehende Tabelle eine Uebersicht.

Nr. 214 **300 g** **Controlthier**	**Alle Thiere am 26. Jan. 1893 Vorm. gleichmässig inficirt mit 0,0075 Diphtherie-bouilloncultur vom 24. I.**		**26. I. Nach 8 Stunden Oedem.** **27. I. Oedem thalergross und weich.** **28. I. Vormittags todtkrank, eiskalt, sehr langsame Respiration, Mittags Temperatur 35°. Abends todt.** **Section: Typische Diphtherie.**
Nr. 204 **670 g** **Controlthier** **(sehr gross!)**			**26. I. Abends Oedem.** **27. I. Oedem gross, heiser; Athemnoth.** **28. I. Krank und schlaff, giemende Respiration; feste locale Infiltration.** **31. I. Kraftlos und heiser** **2. II. Streifiges Senkungsoedem.** **3. II. Abends todt.** **Section: Typische Diphtherie.**
Nr. 206 **510 g** **Controlthier**			**26 I. Abends Oedem.** **28. I. Sehr grosse locale Geschwulst.** **30. I. Sehr schlaff, mühsame Respiration.** **31 I. Todt. Section: Typische Diphtherie.**
Nr. 200 **575 g**		20 Minuten nach der Infection Serum 1 : 100 Körpergew.	**26. I. Abends kein Oedem.** **30. I. Ganz gesund, Gewichtszunahme.** **16. II. Nie krank, Gewicht 642 g.**
Nr. 201 **500 g**		20 Minuten nach der Infection Serum 1 : 1000 Körpergew.	**26 I. Abends kein Oedem.** **27. I. Andeutungsweise Oedem.** **30. I. Local keine Erscheinungen, gesund.** **18. II. Stets gesund. Gewicht 510 g.**
Nr. 213 **215 g** **kleines Thier!**		20 Minuten nach der Infection Serum 1 : 5000 Körpergew.	**26. I. Abends leichtes Oedem.** **29. I. Geringe locale Infiltration.** **1. II. Die Infiltration grösser und fester.** **4. II. Abstossung einer zehnpfennigstückgrossen Nekrose.** **21. II. Glatte Narbe; ganz gesund.**
Nr. 212 **275 g**		20 Minuten nach der Infection Serum 1 : 10000 Körpergew.	**26 I. Abends geringes Oedem.** **29. I. Gesund bis auf geringes Oedem.** **2. II An Stelle des Oedems festere haselnussgrosse Geschwulst.**

Nr. 212 275 g	Alle Thiere inficirt wie Seite 237.	20 Minuten nach der Infection Serum 1 : 10000 Körpergew.	21. II. Markstückgrosse Nekrose; 280 g Gew. 13. IV. Gewicht 370 g.
Nr. 203 560 g		8 Stunden nach der Infection Serum 1 : 100	26. I. Abends Oedem. 29. I. Bohnengrosse feste Infiltration an der Injectionsstelle. 31. I. 580 g Gewicht. 2. II. Die feste Infiltration nimmt ab. 21. II. Abstossung einer linsengrossen flachen Hautpartie. 1. III. 620 g Gewicht, ganz gesund
Nr. 211 265 g		8 Stunden nach der Infection Serum 1 : 250	26. I. Oedem. 28. I. Oedem gross und fest. 30. I. 37,6°, Infiltration thalergross. 31. I. Schlaff und krank. 2. II. Beginnende Nekrose. 21. II. Abstossung einer markstückgrossen Nekrose. 13. IV. 430 g
Nr. 207 280 g		8 Stunden nach der Infection Serum 1 : 500	26. I. Abends Oedem. 29. I. Feste locale Infiltration. 1. II. Thalergrosse Nekrose. 16. II. 327 g Gewicht. 21. II. Nekrose vernarbt. 13. IV. 580 g.
Nr. 205 410 g		24 Stunden nach der Infection Serum 1 : 100	27. I. Sehr grosses weiches Oedem, schlaff, behinderte Respiration. 29. I. Senkungsoedem am Bauch. 31. I. Beginnende Nekrose. 3. II. Nekrose fünfpfennigstückgross; Gewichtsabnahme. 21. II. Glatte Narbe. 2. III. Ganz gesund.
Nr. 208 505 g		24 Stunden nach der Infection Serum 1 : 200	27. I. Thalergrosses locales Oedem, schlaff. 28. I. Behinderte Respiration. 29. I. Senkungsoedem am Bauch, aber munter. 1. II. Feste flache Infiltration. 21. II. Gewicht 392 g, Entfernung einer thalergrossen 3/4 cm dicken nekrotischen Hautpartie an der Injectionsstelle. 9. III. Noch grosse wunde Fläche. 4. IV. Gesund.

Nr. 209 310 g	Alle Thiere inficirt wie Seite 237.	24 Stunden nach der Infection Serum 1:300	27. I. Sehr grosses weiches locales Oedem, 37,5°; gestörte Athmung. 28. I. Oedem noch grösser, 45 g Gewichtsabnahme.
Nr. 209 310 g		24 Stunden nach der Infection Serum 1:300	29. I. 34° todtkrank. 30. I. Hat sich etwas erholt, Infiltration fester. 1. II. Dauernd sehr krank. 4. II. Die infiltrirte Partie nekrotisch. 7. II. Die Nekrose, fast die halbe Körperseite einnehmend, beginnt sich abzustossen. 8. II. Zustand bessert sich. 10. II. Morgens todt im Stall. Section nicht typischer Diphtheriebefund, Kapselcoccen im Herzblut (Stallinfection?)
Nr. 210 450 g		24 Stunden nach der Infection Serum 1:500	27. I. Grosses Oedem, schlaff, mühsame Athmung. 29. I. Munterer, Oedem fester. 30. I. Senkungsoedem am Bauch; die Infiltration an der Impfstelle fest und thalergross. 2. II. Die infiltrirte Partie wird nekrotisch. 10. II. Die Nekrose stösst sich ab, markstückgross. 21. II. Glatte Narbe. 10. IV. Zwei lebende Junge.

Werfen wir einen Blick auf die vorstehende Versuchsreihe, so erkennen wir zuerst, dass die Infection mit 0,0075 ccm zweitägiger Diphtheriebouilloncultur eine für die Versuchsthiere sehr schwere war. Ein 300 g schweres Thier (Nr. 214) erliegt derselben nach 60 Stunden, das sehr grosse, kräftige, 670 g schwere Controlthier (Nr. 204), das grösste Thier der Versuchsreihe, stirbt nach 8 Tagen, und das dritte gleichfalls sehr kräftige, 510 g schwere Controltier (Nr. 206) ist nach weniger als 5 Tagen unter den Zeichen der typischen Diphtherie verendet.

Diejenigen Meerschweinchen, welche das Serum 20 Minuten nach der Infection injicirt erhalten hatten, bleiben nicht nur alle

am Leben, sondern Nr. 200 (Serum 1 : 100) und Nr. 201 (Serum 1 : 1000) werden überhaupt nicht krank, die injicirten Diphtheriebacillen verursachen nicht einmal locale Erscheinungen an der Injectionsstelle, das etwa von ihnen erzeugte Gift begegnet einer solchen Menge giftparalysirender Substanz im Körper, dass auch nach Wochen, wenn die Bacillen solange im Körper lebenskräftig geblieben sein sollten, ihre Giftproduction den Organismus nicht schädigen kann, und doch hat Nr. 201 nur gerade einen halben Cubikcentimeter Serum erhalten. Für das Meerschweinchen Nr. 213 ist die Infectionsdosis bei dem Körpergewicht von nur 215 g entschieden eine die Minimaldosis für so kleine Thiere um das Mehrfache überschreitende gewesen, ist doch von den Controlthieren das ihm bezüglich des Körpergewichtes am nächsten kommende Nr. 214 (300 g!) nach weniger als 3 Tagen der Infection erlegen, aber doch haben 0,043 g Serum genügt, um die tödliche Krankheit in eine leichtere zu verwandeln, welche schliesslich nur zu einer localen Nekrose an der Infectionsstelle führt; selbst 0,027 g Serum (1 : 10000) haben den gleichen Effect bei Nr. 212 gehabt, auch hier nach der Seruminjection nur eine locale Nekrose an der Injectionsstelle. Die Giftproduction der Bacillen an der Infectionsstelle hat zwar local eine Abtödtung des Gewebes verursacht, aber der im ganzen übrigen Körper mit den Säften circulirende antitoxische Stoff hat in so kleiner Menge genügt, das Entstehen jeglicher Allgemeinerkrankung zu verhindern.

Die nächsten drei Thiere Nr. 203, Nr. 211 und Nr. 207 befanden sich beim Beginne der Serumbehandlung schon unter erheblich schlechteren Bedingungen als Nr. 200, 213, 201 und 212; die Bacillen hatten schon genügend Zeit gehabt, im Körper ihre giftproducirende Thätigkeit zu entfalten, als localer Ausdruck derselben fand sich das schon 8 Stunden nach der Infection an der Infectionsstelle vorhandene weiche Oedem; das Gift, muss man annehmen, durchfluthete schon den Körper. Aber auch hier zeigt sich auf das Deutlichste die giftparalysirende Macht des Blutserums. Je grösser die injicirten Mengen sind, desto hervortretender die Wirkung. Bei Nr. 203 (Serum 1 : 100) kommt

es nicht zu einer schweren Allgemeinerkrankung, das Körpergewicht des Thieres hat 5 Tage nach der Infection um 20 g zugenommen, eine 4 Wochen nach der Infection erfolgende Abstossung einer linsengrossen Stelle der Haut an der Infectionsstelle ist der ganze Endeffect der schweren Infection.

Nr. 211 (Serum 1 : 250) und Nr. 207 (Serum 1 : 500) machen bei weitem schwerere Erkrankungen durch; nicht nur ist die locale Affection sehr viel schwerer, sondern auch das Sinken der Temperatur zeigt, dass das Gift im Körper von mächtiger Wirkung ist und erst, als mit der Abstossung von thalergrossen Nekrosen in der Haut der ganze Infectionsherd aus dem Körper entfernt ist, beginnt die endliche Genesung.

Bei den nächsten 4 Thieren Nr. 205, 208, 209 und 210 beginnt die Behandlung mit Serum erst zu einer Zeit, in welcher man schon erkennen kann, dass eine sehr schwere Erkrankung vorliegt. Die Temperatur ist bei einigen Thieren schon unter die Norm gesunken, die Respiration erscheint behindert und mühsam (vielleicht schon Erguss in der Brusthöhle?), eine allgemeine Schlaffheit der ganzen Körpermuskulatur lässt die Wirkungen des Diphtheriegiftes auch hierdurch deutlich werden. Namentlich ist das locale Oedem an der Infectionsstelle umfangreicher und weicher geworden und zeigt die Tendenz sich nach der Mittellinie des Bauches zu senken, ein für die Meerschweinchendiphtherie besonders ungünstiges Zeichen.

Aber auch hier sehen wir Mengen von Serum von 1 : 100 (Nr 205), 1 : 200 (Nr. 208), 1 : 300 (Nr. 209) und 1 : 500 (Nr. 210) noch heilend wirken, und zwar ist deutlich erkennbar, dass die grösseren Serummengen die Krankheit alsbald milder gestalten, heilend wirken, ferner dass das Körpergewicht bei dem Verlaufe der Infection eine gewisse Rolle spielt; so war alsbald zu erkennen, dass Nr. 209 (310 g, gleich schwer wie das Controlthier Nr. 214), sich am 27. Januar, 24 Stunden nach der Infection und beim Einsetzen der Serumbehandlung in viel ungünstigerer Lage befand als Nr. 205 (410 g), Nr. 208 (505 g) und Nr. 210 (450 g). Die Gewichtsabnahme bei diesem Thier war eine viel stärkere,

als bei den unter ähnlichen Verhältnissen behandelten Thieren. Aber bei all' diesen Thieren der 4. Gruppe ging die Krankheit allmählich in Genesung über, die localen Erscheinungen gingen unter Bildung von Nekrosen zurück und allerdings nur sehr allmählich erreichte das Körpergewicht die frühere Höhe.

Nr. 209 starb am 10. Februar, also 15 Tage nach der Infection, trotz Serumbehandlung; der letale Ausgang, wenn er auch durch Diphtherieinfection bedingt gewesen wäre, hätte für mich weiter nichts Auffallendes gehabt. Die Serumwirkung war deutlich und klar zu Tage getreten; das Thier hatte 12 Tage länger als das Controlthier gelebt. Bei der Section zeigte es sich aber, dass sich Kapselcoccen (Diplococcen) im Blute fanden. Da der übrige Sectionsbefund nicht derart war, wie er bei etwas langsamem Verlaufe der Diphtherieinfection regelmässig vorhanden ist, so bin ich geneigt, den tödlichen Ausgang nicht der Diphtherieinfection, sondern dem Auftreten der Kapselcoccen zuzuschreiben.

Es geht aus dieser Versuchsreihe hervor, dass auch bei sehr schweren Infectionen längere Zeit (24 Stunden) nach der Injection der Bacillen, nachdem dieselben schon sehr grosse Mengen von Gift im Körper producirt haben, die Einspritzungen von Serum noch Heilung sicher bewirken. Während aber bei einer 20 Minuten nach der Infection einsetzenden Behandlung damals von dem Serum 1 g im Stande war, 10 kg lebendes Körpergewicht so zu beeinflussen, dass der Verlauf der Erkrankung ein ganz milder wurde und in Heilung endete, rettete erst 24 Stunden nach der Infection bei manifester Krankheit eine Injection von 1 g Serum auf 500 g Körpergewicht das Leben.

Will man in dieser Versuchsreihe die 20 Minuten nach der Infection erfolgte Injection von Serum als Immunisirung bezeichnen und die 24 Stunden nach der Infection vorgenommene Application von Serum als Heilung, so ist zur Heilung 20 mal mehr Serum erforderlich als zur Immunisirung.

Im Laufe der Monate Februar und März dieses Jahres wurden mit dem von den Hunden gewonnenen Serum noch mehrmals

Versuche darüber angestellt, ob es gelingt, auch noch später als 24 Stunden nach der Infection durch Seruminjectionen Heilung herbeizuführen. Es hat sich durch die Versuche ergeben, dass es möglich ist, wenn man die Serumdosen nur gross genug und die inficirende Dosis der Bacillen nicht zu stark wählt, dass es gelingt, schon fast sub finem vitae befindliche Thiere zu retten. — Weiter hat sich dann herausgestellt, dass im Laufe der letzten Monate die immunisirenden und heilenden Eigenschaften des Blutserums der Hunde auch wieder ganz erheblich zugenommen haben. Nur machte der ziffernmässige Ausdruck des immunisirenden Werthes des Serums insofern Schwierigkeiten, als die Culturen, mit welchen die Prüfung des Serums vorgenommen wurde, zwar ausserordentlich virulent waren, aber doch in ihrer Virulenz nicht unerheblich schwankten. Seit 5 Monaten arbeitete ich mit Bouillonculturen, welche in den letzten 3 Monaten in ein und derselben Bouillon von einer Agarcultur angelegt wurden, die vom 6. December 1892 stammte. Von dieser Agarcultur geimpfte und 2 Tage bei 33° im Brütschrank gewachsene Bouillonculturen waren so virulent, dass 0,005 ccm in den Monaten Februar, März und April ausnahmslos grosse und kleine Meerschweinchen in etwa 40 Stunden tödteten, aber 0,0005 ccm tödteten in einem Versuche am 7. April cr. bei subcutaner Application noch grosse Meerschweinchen von 580 bezw. 520 g nach 3 Tagen und wahrscheinlich waren von dieser Cultur noch viel geringere Dosen im Stande, Meerschweinchen in 3 bis 4 Tagen zu tödten. In anderen Versuchen waren 0,0005 ccm nicht ausreichend zur Herbeiführung des Todes. Wenn man nun auch noch so vorsichtig bei den Bestimmungen des Immunisirungswerthes eines Heilserums mit solchen Culturen verfuhr, so konnte ein und dieselbe Dosis von 0,005 ccm Diphtheriecultur einmal die einfache, dann aber auch die 10fache, ja gelegentlich die 50fache Minimaldosis darstellen. Bei der zahlenmässigen Feststellung des immunisirenden Werthes eines Diphtherieheilserums war es aber bisher nothwendig, die Minimaldosis einer zweitägigen Diphtheriebouilloncultur, die Meerschweinchen nach 3 bis 4 Tagen tödtet, sicher zu kennen, um diejenige kleinste Serum-

menge herauszufinden, welche noch gegen diese Minimaldosis glatt immunisirt. Um bei der Inconstanz in der Wirkung der Culturen einigermaassen sicher zu gehen, müsste man mit ein und derselben zweitägigen Cultur eine Reihe von Meerschweinchen z. B. mit 0,0001 ccm, eine zweite mit 0,0005 ccm, eine dritte mit 0,001 und eine vierte mit 0,005 ccm inficiren, dann Controlthiere zurücklassen und nun das Serum in den verschiedenen Portionen anwenden. Zur Feststellung des Immunisirungswerthes eines einzigen Serums würden daher Mengen von Meerschweinchen erforderlich sein, welche kein, auch das am reichsten dotirte Laboratorium nicht, dem Untersucher zur Verfügung stellen kann. Beiläufig will ich nur erwähnen, dass zur Anstellung der für die vorliegende Arbeit nothwendigen Versuche gegen 400 Meerschweinchen benöthigt wurden, ein Thiermaterial, welches mir durch die Güte des Herrn Professors Rubner zur Verfügung stand.

Den genauen Wirkungswerth eines Serums festzustellen, hatte also in letzter Zeit ganz besondere Schwierigkeiten.

Diese Schwierigkeiten werden aber beseitigt, wenn man den Wirkungswerth eines Diphtherieheilserums in der Art und Weise bestimmt, wie es Behring neuerdings in der Nr. 17 der deutschen medic. Wochenschrift von 1893 angibt. Ich habe nun noch in den letzten Tagen Gelegenheit gehabt, nach dieser Methode das Ende April von den Hunden entnommene Serum zu prüfen und habe feststellen können, dass die Wirksamkeit desselben gegenüber demjenigen, welches bei der oben angeführten Versuchsreihe zur Anwendung kam, um das 5fache zugenommen hat.

Behring verwendet zur Feststellung der Wirksamkeit eines Serums bezüglich seiner immunisirenden Leistungsfähigkeit nicht die immer inconstant wirkenden Culturen, sondern ein durchaus constant wirkendes Diphtheriegift; der Immunisirungswerth eines Serums wird also nicht mehr gegenüber der Infection, sondern gegenüber der Intoxication festgestellt. 0,8 ccm des Behring'schen Diphtheriegiftes entsprechen in seiner Wirksamkeit ungefähr der 10fachen tödlichen Minimaldosis einer zweitägigen Diphtheriebouilloncultur. Während aber gegenüber der Infection mit der

10fachen Minimaldosis von lebender Cultur ein Serum z. B. in der Menge von 1:5000 Körpergewicht des inficirten Thieres dasselbe immunisirt, wenn das Serum in der bezeichneten Menge ¼ Stunde vor der Infection applicirt wird, ist zur Immunisirung gegen die gleich wirksame Giftmenge von 0,8 ccm eine Seruminjection von 1:100 Körpergewicht des vergifteten Thieres nothwendig, also 50 mal mehr Serum.

Ein Serum, welches nun eine solche Wirksamkeit besitzt, dass es in der Menge von 1:100 Körpergewicht einem Meerschweinchen von ca. 500 g Gewicht ¼ Stunde vor der Intoxication mit 0,8 ccm Diphtheriegift (Behring) injicirt (die Injectionen haben an zwei von einander entfernt gelegenen Körperstellen zu erfolgen) den tödlichen Ausgang der Vergiftung verhindert, wird »Diphtherie-Normalheilserum« genannt.

Hat ein Serum eine solche Wirksamkeit, dass es z. B. in fünffach geringerer Menge denselben Effect hervorbringt, so nennt man dieses Serum ein »fünffaches Normalserum«.

Mit dem von einem meiner Hunde erhaltenen Serum stellte ich nun am 30. April folgenden Versuch an. Von drei Meerschweinchen Nr. 264, Nr. 265 und Nr. 266 mit einem Gewicht von 500 bis 600 g erhielt Nr. 265 Hundeserum (Nr. VII vom 28. IV. cr.) im Verhältnis von 1:100 seines Körpergewichtes und Nr. 266 im Verhältnis von 1:500. Eine Viertelstunde nach der Seruminjection erhielten alle drei Meerschweinchen 0,8 ccm eines mir von Herrn Professor Behring freundlichst übermittelten Diphtheriegiftes injicirt. Das Controlmeerschweinchen Nr. 264 war am 1. Mai unter den Zeichen der typischen Diphtherievergiftung gestorben, Nr. 265 (Serum 1:100) und Nr. 266 (Serum 1:500) waren am 10. Mai cr. zwar erkrankt mit localer Infiltration an der Injectionsstelle des Giftes, aber im Uebrigen gesund und am Leben. Bei einer Prüfung der immunisirenden Kraft dieses Serums gegen die 10- bis 15fache tödliche Minimaldosis zweitägiger Diphtheriebouillonculturen, hatte dieses Serum in der Dosis von 1:100000 Körpergewicht noch seinen immunitätverleihenden Einfluss. Gegen die einfach tödliche Minimaldosis

muss ein solches Serum, wenn man den Auseinandersetzungen Behring's (l. c.) folgt, ein Immunisirungswerth von 1 : mehreren Millionen haben, d. h. 1 g dieses Serums ist im Stande, mehrere (4 bis 5) Millionen g Körpergewicht von Thieren gegen eine sicher tödliche Diphtherieinfection zu immunisiren; oder aber, wenn man die Verhältnisse des Thierexperiments auf den Menschen übertragen darf, so genügen einige Centigramme des Serums dazu, einen erwachsenen Menschen, und Milligramme, um ein Kind gegen eine Diphtherieinfection zu immunisiren.

Methodische Weiterbehandlung der Hunde wird im Stande sein, den Immunisirungswerth des Serums noch zu weit höheren Graden zu bringen.

Auch von Meerschweinchen ein überaus stark wirksames Serum zu erhalten, ist mir im Laufe der letzten Monate gelungen.

Bei den regelmässigen Untersuchungen zur Feststellung des Immunisirungs- und Heilwerthes eines von grösseren Thieren stammenden Diphtherieheilserums bleiben viele von den als Untersuchungsobjecte dienenden Meerschweinchen am Leben, welche durch das Serum gegen die Diphtherieinfection immunisirt und von der Infection geheilt worden sind.

Ueber solche Thiere haben Behring und ich seiner Zeit (l. c.) kurz Folgendes erwähnt:

Sind serumbehandelte Thiere hinterher (oder vorher) mit Cultur geimpft, oder haben sie Diphtheriegift bekommen, so muss man diesem Umstande bei der Constatirung der Dauer der Immunität Rechnung tragen. Es hat sich da die wichtige Thatsache ergeben, dass durch die Behandlung mit Cultur oder Gift, wenn dieselbe gut überstanden wird, die Immunität zunimmt. »Auf diese Weise sind wir zu einer neuen sehr viel versprechenden Immunisirungsmethode gekommen, welche darin besteht, dass man zuerst diphtherieempfänglichen Thieren durch Heilserum einen gewissen geringen Grad von Immunität verschafft, und dass man dieselben dann in entsprechenden Zeitintervallen mit immer grösseren Culturmengen inficirt.«

Diese Immunisirungsmethode habe ich nun bei vielen der oben erwähnten Meerschweinchen seit mehr als einem Jahre weiter verfolgt und habe durch methodische Weiterbehandlung eine grosse Reihe von hochgradig diphtherieimmunen Meerschweinchen erhalten, von denen viele sowohl die mehrtausendfache tödliche Dosis virulenter Diphtheriebouillonculturen reactionslos vertragen, als auch gegen das Diphtheriegift hochgradig immun sind. Die Prüfung des immunisirenden Werthes des Blutserums solcher Meerschweinchen ergab eine Wirksamkeit desselben, welche die des Serums der hochimmunen Hunde noch übertrifft, indem die immunisirende Kraft desselben bei 1 : 5 Millionen noch nicht erschöpft ist.

Um die bei diesen Meerschweinchen zur Anwendung gekommene Immunisirungsmethode zu erläutern, sei kurz das Protokoll eines dieser Meerschweinchen angeführt. Die auf diese Art immunisirten Thiere sollen mir dazu dienen, die Frage nach der Vererbung der künstlich erworbenen Diphterieimmunität etwas eingehender zu studiren.

Meerschweinchen Nr. 127.

5. XII. 1892	Injection von 0,0075 ccm DBC 2. XII. (Control todt nach 2 Tagen).
6. „ „	Injection von 4 ccm Hundeserum.
24. I. 1893	Durch die Serumbehandlung mit Nekrose geheilt.
26. „ „	Injection von 0,02 ccm DBC 24. I. (Control todt nach 36 Stunden).
4. II. „	Spontan mit kleiner Nekrose geheilt.
9. III. „	Injection von 0,2 ccm DBC 7. III. (400 fach tödliche Minimaldosis!)
11. „ „	Darnach keinerlei lokale oder allgemeine Reaction.
22. „ „	Injection von 0,5 ccm DBC 20. III. (1000 fach tödliche Minimaldosis); es bleibt darnach jegliche locale oder allgemeine Reaction aus.
7. IV. „	Injection von 2 ccm DBC 5. IV.; vorübergehend leichte Temperatursteigerung.
13. „ „	Gewichtszunahme um 40 g.
17. „ „	Entnahme von 10 ccm Blut aus der carotis sinistra.
23 „ „	Das daraus gewonnene Blutserum hat einen immunisirenden Werth von 1: mehreren Millionen.
30 „ „	Injection von 4 ccm DBC 28. IV. (8000 fach tödliche Minimaldosis).
11. V. „	Vollkommen gesund. Gewicht 900 g.

Nachdem dieses Meerschweinchen durch Blutserum von einer schweren Infection vollkommen geheilt worden war, erwies es sich gegen eine zweite Infection mit dem Mehrfachen einer töd-

lichen Minimaldosis schon verhältnismässig immun, es reagirte auf die zweite Infection nur noch mit einer kleinen, in Nekrose ausgehenden Infiltration an der Injectionsstelle. Nach dem Ueberstehen dieser Infection erwies es sich aber schliesslich auch gegen die allerstärksten Infectionen als immun. Jede neue Infection steigerte lediglich die Immunität; so dass es schliesslich eine Menge von Diphtheriecultur verträgt, genügend, um 8000 nicht immunisirte Meerschweinchen nach weniger als 3 Tagen zu tödten. Dem hohen Immunitätsgrade entsprechend besitzt das Blutserum dieses Thieres einen ausserordentlich hohen Immunisirungswerth.

Ueber Anwendung des von Hunden gewonnenen Diphtherieheilserums beim Menschen.

Nachdem es sich gezeigt hatte, dass auch von Hunden durch entsprechende Vorbehandlung ein Heilserum zu erhalten sei, welches bei Thieren neben vollkommener Unschädlichkeit die specifischen therapeutischen Potenzen bei Uebertragung in verhältnismässig geringen Mengen auch schon bei weitvorgeschrittener Krankheit entfaltete, nahm ich keinen Anstand, auch dieses Serum zu Versuchen bei diphtheriekranken Menschen abzugeben. Wenn auch die von den Hunden zu erhaltenden Serummengen sich nicht nach vielen Litern beziffern, so habe ich doch in den letzten Monaten bei den wiederholten grösseren Aderlässen immerhin mehrere hundert Cubikcentimeter Heilserum erhalten, genügend, um orientirende Versuche anzustellen.

Da von Herrn Professor Heubner in Leipzig seit längerer Zeit mit dem von Herrn Prof. Behring hergestellten, von Schafen stammenden Diphtherieheilserum Versuche bei diphtheriekranken Kindern angestellt wurden, so habe ich sowohl dorthin durch freundliche Vermittelung von Herrn Behring Blutserum abgegeben, als auch zur Behandlung einiger Fälle von Diphtherie auf der hiesigen Kinderklinik des Herrn Geheimrath Henoch im Januar dieses Jahres Serum zur Verfügung gestellt und weiterhin für die Kinderstation des Instituts für Infectionskrankheiten.

Nachdem die mit dem Hundeserum behandelten Fälle von menschlicher Diphtherie in der von Behring und Kossel in

Nr. 17 der Deutschen med. Wochenschrift 1893 erschienenen Abhandlungen »Zur Behandlung diphtheriekranker Menschen mit Diphtherieheilserum« und »Ueber die Behandlung diphtheriekranker Kinder mit Diphtherieheilserum« mit berücksichtigt worden sind, erscheint es nicht angebracht, auf diese Fälle hier noch näher einzugehen. Es sei nur nochmals erwähnt, dass auch beim Menschen die Application von Hundeserum bei subcutaner Injection selbst in Mengen von 40 ccm sich als vollkommen unschädlich herausgestellt hat: weder locale noch allgemeine Erscheinungen, die auf die Seruminjectionen zurückzuführen wären, wurden bei den behandelten Kindern beobachtet, nur zeigte sich z. B. bei den drei auf der Henoch-schen Station behandelten Fällen, bei welchen Herr Stabsarzt Dr. Burdach die grosse Freundlichkeit hatte die Seruminjectionen auszuführen, dass eine urticariaähnliche Hautaffection bei den Kindern sich zeigte, welche ohne schädliche Folgen bald verschwand. Diese drei behandelten Fälle waren schwere Fälle von Diphtherie. Sie sind in Heilung geendet. Ob der günstige Ausgang hierbei allein auf die Wirkung des Serums zu beziehen ist, wage ich nicht zu entscheiden. Aber jedenfalls ermuthigen solche Beobachtungen zur Fortsetzung der Versuche umsomehr, als es sich zeigt, dass mit der Vervollkommnung der Immunisirungsmethoden auch bei Hunden es gelingt, immer wirksameres und heilkräftigeres Serum zu gewinnen. Die in den allerletzten Tagen angestellten Versuche haben gezeigt, dass der Wirkungswerth des Serums der Hunde mittlerweile sehr hohe Werthe erreicht hat, so dass die Injectionen von 10—20 ccm sich vielleicht schon als ausreichend zur Behandlung von kranken Menschen erweisen. Ueber die weiter mit dem Serum beim Menschen gemachten Erfahrungen wird später durch Mittheilung der behandelten Fälle berichtet werden: denn erst »wenn eine Statistik über Hunderte und Tausende serumbehandelter Diphtheriekranker vorliegt, wird es an der Zeit sein, endgiltige Schlüsse betreffend die Leistungsfähigkeit des Diphtherieheilserums gegenüber dieser, besonders für das kindliche Alter so mörderischen Krankheit abzuleiten.« (Behring, Deutsche med. Wochenschrift l. c.)

Sollte die vorliegende Arbeit andere Untersucher veranlassen, weitere Immunisirungsstudien über Diphtherie bei Hunden anzustellen, welche vielleicht dazu führen, auf noch schnellere und einfachere als die angegebene Art von diesen Thieren hochgradig wirksames Serum zu erhalten, so ist der Zweck derselben erfüllt. — Schliesslich verfehle ich nicht, dem Director des hygienischen Instituts, Herrn Professor Rubner, für die vielfache Unterstützung bei der Ausführung der Untersuchungen durch Rath und That auch an dieser Stelle herzlichst zu danken.

Zur Lehre vom Luftwechsel.

Von

Prof. Dr. **G. Wolffhügel,**

Göttingen.

I. Hygiene und Gesundheitstechnik.

Die Fortschritte auf dem Gesammtgebiete der Medicin, die zunehmende Erkenntnis in der Hygiene haben in der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts mehr denn je zuvor auf das Bauwesen in allen seinen Zweigen Einwirkungen ausgeübt, bald fördernder bald hemmender Art, so dass, was zu Gunsten der Gesundheitspflege erreicht worden ist, der Erwartung nicht immer entspricht. Bei der Fülle neuer Anregung, welche die Hygiene — namentlich auch im letzten Jahrzehnt unter dem Einflusse des Aufblühens der bacteriologischen Forschungsrichtung — Schlag auf Schlag brachte, hat es nicht ausbleiben können, dass die Gesundheitstechnik in Manchem schon die Richtschnur für ihre Thätigkeit erblickt hatte, was bald darauf der besseren Einsicht wieder hat weichen müssen. Bringt es doch auch der rasche Wandel der Dinge, der Zug unserer schnell lebenden Zeit mit sich, dass bahnbrechende Arbeiten von genialen und zuverlässigen Beobachtern ohne Grund als veraltet angesehen werden, dass auf manchen Gebieten des Wissens selbst grundlegende Thatsachen der Forschung mehr und mehr in Vergessenheit gerathen.

Des Uebereifers und der Ueberstürzung könnte man beide Theile zeihen, wenn nicht hier die Besonderheit des Gegenstandes entschuldigte, welchem selbst der Laie zum Wohle der Mitmenschen und auch zum Schutze der eigenen Person naturgemäss grosses Interesse entgegenbringt. So mag es denn, wenn auch

nicht erfreulich und der Sache förderlich, doch immerhin verzeihlich erscheinen, wenn das auf dem Gebiete der experimentellen Hygiene Geleistete leicht vorzeitig den Weg zum Bekanntwerden in weiteren Kreisen findet und in der Praxis zu verwerthen versucht wird, noch ehe es im Schoosse des Faches den Reifungsvorgang durchgemacht hat.

Die Einflüsse, welche die Fortschritte und Leistungen der Hygiene auf das Bauwesen ausüben, würden zu nachtheiligen Wirkungen kaum führen können, wenn zwischen den Vertretern dieser Fächer ein regerer geistiger Verkehr, ein persönlicher Austausch der Meinungen und Erfahrungen bestünde und dieser namentlich bei Berathung einzelner Arbeitsaufgaben und Fragen der bautechnischen Praxis, soweit diese das Gebiet der Gesundheitspflege berühren, Bethätigung fände. Dem Hygieniker von Fach wird viel zu wenig Gelegenheit geboten, sein sachkundiges Urtheil unter Würdigung der besonderen Umstände des Einzelfalles als Berather in den Dienst der Praxis zu stellen, da der Techniker in der Regel es vorzieht, sich das, was er für seine Zwecke nöthig zu haben glaubt, aus der hygienischen Litteratur, häufig auch nur aus den zum Theil mangelhaften Berichten seiner Fachblätter und Handbücher zu entnehmen und nach Bedarf selbst zurecht zu machen. Diese Selbsthülfe ist aber um so eher geeignet, die Sache zu schädigen, wo infolge des Mangels einer naturwissenschaftlichen Vorbildung und Schulung in hygienischen Fragen die Befähigung zur kritischen Auswahl des Dargebotenen nicht vorhanden ist. Es führt die namentlich auch im Bauwesen des Staates und der Gemeinde beliebte Gepflogenheit, auf die Mitwirkung des Hygienikers in gesundheitstechnischen Angelegenheiten, bei Aufstellung des Programms, bei Prüfung der Entwürfe u. s. w., soweit wie irgend thunlich, zu verzichten, nicht selten in baulichen Anlagen zu einer Wiederkehr von Fehlern, welche schon aus wirthschaftlichen Gründen vermieden werden sollte und längst hätte vermieden werden können, wenn bei den Vorarbeiten auch dem Vertreter der Gesundheitslehre das Wort ertheilt worden wäre. Stehen doch gerade dem Hygieniker, wenn er häufig Gelegenheit hat, Anlagen

zur Wasserversorgung, Entwässerung und Beseitigung der Abfallstoffe, Mittel und Apparate zur Desinfection, Gebäude und deren Einrichtung für Beleuchtung, Lüftung, Heizung, Wasserversorgung, Entwässerung u. s. w. zu untersuchen, aus seiner Berufsthätigkeit auch praktische Erfahrungen zur Seite, und zwar zum Theil praktische Erfahrungen, deren Kenntnis dem Bauverständigen (Architekt, Ingenieur, Gesundheitstechniker) abgehen kann, wenn er nicht — abweichend von dem, was Brauch ist — selbst solche Untersuchungen macht.

Auch das Lüftungswesen ist von dem wechselnden Spiele fördernder und hemmender Einwirkungen nicht verschont geblieben. Kaum auf einem anderen Gebiete der Gesundheitstechnik hat das Interesse für den Gegenstand in gleichem Maasse eine Veränderlichkeit, das Vertrauen auf die Sache so viele Kursschwankungen erfahren. Unklarheit über die zu stellenden Ansprüche, Mangel an Einsicht für die Grenzen des Könnens haben übertriebene Erwartungen und damit Hand in Hand Enttäuschungen gezeitigt, für welche Aerzte und Techniker gegenseitig sich verantwortlich machen.

Dem mit den Verhältnissen Vertrauten dürfte dies umsomehr befremdlich erscheinen, als die Lehre vom Luftwechsel schon vor 35 Jahren durch Pettenkofer in vortrefflicher Darstellung sachgemäss und eingehend begründet worden ist in drei bedeutsamen Arbeiten, welche zu dem Buche »Ueber den Luftwechsel in Wohngebäuden«[1]) zusammengefasst sind. Den hohen Werth dieser Arbeiten hat mir einmal ein geschätzter Forscher und Meister auf dem Gebiete der angewandten Physik mit den Worten treffend gekennzeichnet: Pettenkofer's Buch über den Luftwechsel ist an Beobachtungen und anregenden Gedanken so reich, dass uns zur Entfaltung eigener Ideen und Ermittelung neuer Thatsachen vom Arbeitsfelde eigentlich wenig übrig gelassen ist.

Schon seit nahezu 20 Jahren gilt das Werk im buchhändlerischen Verkehr als vergriffen. Dies mag mit dazu beigetragen haben, dass es im litterarischen Rüstzeug der Hygieniker und

1) München 1858, im Verlag von J. G. Cotta.

Gesundheitstechniker unserer Zeit den gebührenden Ehrenplatz nicht durchweg einnimmt, ja manchem Fachgenossen anscheinend nur aus Citaten bekannt ist. Wenn ich nun für den Beitrag zu einer Festgabe, welche die Schüler dem hochverehrten Lehrer und Meister zu seinem Ehrentage widmen, mir als Gegenstand einige Fragen aus der Lehre vom Luftwechsel wähle, so geschieht dies nicht zum wenigsten mit dem Wunsche, die Aufmerksamkeit der betheiligten Kreise neuerdings auf die grundlegenden Arbeiten Pettenkofer's zu lenken.

II. Aufgaben und Ziele des Luftwechsels.

Die Luft in geschlossenen Räumen, welche von Menschen benutzt werden, nimmt aus den Lebensvorgängen der Bewohner, aus den innerhalb enger und weiter Grenzen damit in Verbindung stehenden Einrichtungen und Veranstaltungen, aus Heizung und Beleuchtung u. s. w. fort und fort Verunreinigungen auf, Beimengungen in Gas- und Staubform. Zu den Mitteln, mit welchen die Beseitigung solcher Verunreinigungen anzustreben ist, rechnen wir den Luftwechsel. Dem Ziele der Herstellung und Erhaltung eines guten Reinlichkeitszustandes der Luft können wir aber nur dann näher kommen, wenn von der Ventilation nicht mehr erwartet wird, als sie zu leisten vermag. Nach Pettenkofer [1]) ist der Luftwechsel nur gegen die gasförmigen Verunreinigungen der Luft und zwar ausschliesslich gegen die in einer anderen Weise nicht zu beseitigenden Ausscheidungen von Lunge und Haut der Menschen zu richten: »Erst wo die Reinlichkeit durch rasche Entfernung oder sorgfältigen Verschluss luftverderbender Stoffe nichts mehr zu leisten vermag, beginnt das Feld für die Ventilation« ..... »Ohne durchgreifende Reinlichkeit helfen uns alle Ventilations-Vorrichtungen wenig, während eine strenge Handhabung der Reinlichkeit die Ventilation auf das Kräftigste unterstützt und zur Geltung bringt.« [2])

1) a. a. O., S. 72 u. f.

2) In ähnlichem Sinne hatte wohl auch C. H. Esse (Die Krankenhäuser, Berlin 1857, S. 25) auf Grund der im Charité-Krankenhause zu Berlin gemachten Erfahrungen sich dafür ausgesprochen, dass zur Erhaltung einer guten Luft in Krankenzimmern mehr als die beste Ventilation strenge Rein-

Diese Begrenzung der Aufgabe des Luftwechsels hat lange Zeit bei Anlage und Betrieb von Krankenhäusern wenig Beachtung gefunden. Noch war die Annahme, dass die Krankheitsstoffe hauptsächlich durch die Luft verbreitet werden, und mit dieser Hand in Hand gehend die Erwartung maassgebend, dass die Ventilation eine Verminderung oder Beseitigung der Ansteckungsgefahr bewirke. Selbst die Mahnrufe von Semmelweis brachten noch keinen Wandel. Erst die Erfolge der Wundbehandlung nach Lister haben den Aerzten nach und nach die Augen dafür öffnen können, dass es besser sei, sich in den Krankenhäusern und überhaupt im Kampfe mit den Infectionserregern auf die Hilfe des Luftwechsels nicht zu verlassen.

Die Vorstellung vom Wesen der Krankheitsursachen hat sich geändert, die Einrichtungen und Maassnahmen zum Gesundheitsschutz werden nunmehr mit Vorliebe auf bacteriologischer Erkenntnis begründet, und dennoch sind die Ansprüche an den Luftwechsel heute im wesentlichen keine anderen geworden, als sie Pettenkofer zu einer Zeit aufgestellt hat, wo der Glaube an die gasförmige Beschaffenheit der Ansteckungsstoffe der vorherrschende war.

Zwar konnte es anfänglich den Anschein haben, dass die von Pettenkofer versuchte Begrenzung der Aufgabe des Luftwechsels in die neue Zeit, in welcher die Bacteriologie die Führung in der Medicin übernahm, nicht mehr hineinpassen wollte. Aber die Nachprüfung dieser Frage, mit der sich u. a. A. Wernich[1]), R. Stern[2]), de Ruyter und L. Buchholz[3]) befasst haben, hat — im Grunde genommen — zu einem Ergeb-

---

lichkeit und die Fürsorge wirken, alle übelriechenden Dinge so rasch als möglich aus den Zimmern zu entfernen. Jedoch unterscheidet sich diese Stellungnahme von der Pettenkofer's wesentlich dadurch, dass Esse im grösseren Vertrauen auf die Reinlichkeit die Ansprüche an den Luftwechsel vernachlässigt und — wie es mich bedünken will — überhaupt wenig Verständnis für eine richtige Ventilationsanlage gehabt hat.

1) Vergl. Eulenberg's Vierteljahrsschrift N. F., Bd. XXXIII (1880); Volkmann's Sammlung klinischer Vorträge, Nr. 179 (1880) und Virchow's Archiv, Bd. 79 (1880) S. 424.

2) Zeitschrift f. Hygiene, Bd. VII (1889) S. 44.

3) Vergl. E. v. Bergmann, Klinisches Jahrbuch, Bd. I (1889) S. 154.

nisse geführt, das mit der Pettenkofer'schen Auffassung nicht in Widerspruch steht, vielmehr nur Anlass gab, die Ansprüche an die Reinlichkeit der mikroparasitären Lehre in entsprechender Weise anzupassen.

Alle die Beobachtungen über den Keimgehalt der Luft, die experimentellen Ermittelungen der Bedingungen, unter welchen Bacterienkeime aus ihren Ursprungsstätten, von feuchten und trockenen Gegenständen u. s. w. sich loslösen und an die Luft übergehen, die Nachweisungen über das Verhalten der pathogenen Bacterien gegen das Austrocknen, die Versuche über Einwirkung der Ventilation auf den Keimgehalt der Luft, der Umfassungen und Gegenstände in Wohn- und Krankenräumen, — sie haben uns sammt und sonders nur in dem Verlangen bestärken können, dass man in den von Menschen benützten Räumen die Mikroparasiten mit der Reinlichkeit und nicht mit der Ventilation zu bekämpfen hat. Ich darf daher auch heute noch es für ein naives Begehren halten, die in die Luft gerathenden Mikroorganismen aus den Krankenräumen mit Hilfe der Ventilation hinausblasen zu wollen.[1])

Und wenn auch in der Litteratur ab und an Erfahrungen mitgetheilt worden sind, wonach bei einzelnen Krankheitsformen, wie Rückfallfieber und Flecktyphus, ein reichlicher Luftwechsel sich als Mittel zum Schutze gegen die Uebertragung der Infection bewährt habe, so dürfte dies uns nicht mehr dazu bestimmen, den Ventilationsbedarf nach Maassgabe der Ansteckungsgefahr festzustellen, da es heutzutage doch sicherere und minder kostspielige Wege zur Verhütung der Infection gibt. Nach A. Wernich[2]) ist das erweiterte Luftprogramm, wie es Morin[3]) und Andere aufzustellen versucht haben, nichts mehr als das Eingeständnis einer Nothlage, die mit dem Moment begann, als der Lufterneuerung Wirkungen zugetraut und abverlangt wurden, die ihr gar nicht

---

1) G. Wolffhügel, Ueber die Prüfung von Ventilations-Apparaten, Habilitationsschrift, München 1876, S. 7 u. f.; vergl. auch Zeitschrift für Biologie, Bd. XII (1876) S. 615 u. f.

2) Vortrag in Volkmann's Sammlung, Nr. 179, S. 13.

3) Morin, Manuel pratique du chauffage etc., Paris 1868, S. 38.

zukommen. Wie an anderer Stelle[1]) schon des Näheren ausgesprochen, theile ich diese Auffassung, — wenn es mir auch immerhin gerechtfertigt erscheint, bei Neuanlage eines Krankenhauses die Möglichkeit einer zeitweiligen Steigerung des Luftwechsels in der Ventilations-Einrichtung vorzusehen.

Entsprechend ihrer geschichtlichen Entwickelung und der Beziehung zur Lehre von der Fäulnis und Gärung war bei Lister's Methode der antiseptischen Behandlung anfänglich in dem Bestreben, die Wunde vor den von aussen an sie herankommenden Keimen zu bewahren, der Schwerpunkt auf die Verhütung des Uebertragens der Mikroparasiten durch die Luft gelegt worden.[2]) In der Folge hat einestheils die von R. Koch angebahnte Erkenntnis, dass die Erreger der Wundkrankheiten specifischer Natur und die in der Luft zu findenden Keime in der Regel nur unschuldige Schimmel-, Hefe- oder Spaltpilze sind, anderntheils die praktische Erfahrung der Wundbehandlung mehr und mehr zu der Ueberzeugung gedrängt, dass unter den gewöhnlichen Verhältnissen eine Vermittelung der Infection durch die Luft so gut wie gar nicht stattfindet, vielmehr die Uebertragung zumeist nur durch Berührung mit infectiösem Material bewirkt wird.[3])

Der Einsicht dafür, dass die »Contactinfection« mehr wie die »Luftinfection« zu fürchten sei, verdanken Chirurgie und Geburtshilfe ihre grossartigen Heilerfolge, Leistungen von hervorragender gesundheitswirthschaftlicher Bedeutung, durch welche nicht nur die Zahl der Verluste an Menschenleben, sondern auch der zeitliche Verlauf der Wundheilung erheblich herabgesetzt ist. Und doch wäre es verfehlt, aus dieser Thatsache den Schluss ziehen zu wollen, dass das hergebrachte Bestreben, Krankenhäuser

1) a. a. O., S. 16 u. 17; Deutscher Medicinalkalender (C. Martius) 1877, S. 119.

2) Vergl. Grossheim, Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege, Bd. VIII (1876) S. 434. C. Schimmelbusch, Die aseptische Wundbehandlung, 2. Aufl., Berlin 1893, S. 5.

3) Vergl. E. v. Bergmann, Klinisches Jahrbuch Bd. I (1889) S. 155; H. Fritsch, ebendaselbst, S. 256; Schönborn, Klinisches Jahrbuch Bd. III (1891) S. 257; C. Schimmelbusch a. a. O., S. 12.

mit möglichst guten Einrichtungen zur Sicherung einer befriedigenden Beschaffenheit der Luft zu versehen, nunmehr sich nicht weiter verlohne. Wir verlangen den Luftwechsel und die zu seiner Herstellung erforderlichen Anlagen, weil die Reinhaltung der Luft bewohnter Räume ein Lebensbedürfnis, eine allgemeine Lebensbedingung des Menschen ist, — ja wir werden auf die Lüftung von Räumen, in welchen Kranke sich aufhalten, besonders bedacht sein, weil im kranken Zustande der Mensch häufig ein dringenderes Verlangen nach frischer Luft hat, als wenn er gesund ist.

Wenn es auch ein vergebliches Mühen war und bleiben wird, an der Hand von statistischen Ermittelungen den Nutzen nachweisen zu wollen, welchen die Ventilation eines Krankenhauses in Hinsicht der Lebenserhaltung und Heilung verspricht, — es wird kein denkender Arzt den Werth der guten Luft als Mittel zur Unterstützung der Krankenbehandlung unterschätzen oder gar in Abrede stellen. Nur in Bezug auf die Frage, wie das Krankenzimmer gelüftet werden soll, mögen die Meinungen auseinander gehen.

Die Untersuchungen über den Keimgehalt der Luft in den von Menschen benutzten Räumen weisen nach, dass das Einzige, was man neben der Reinlichkeit zur Vermeidung der »Luftinfection« zu thun hat, die Verhütung übermässiger Staubaufwirbelung ist.[1]) Aus diesem Grunde ist es keineswegs gleichgiltig, wie gelüftet wird. Unregelmässigkeiten in der Luftbewegung, stossweise auftretende, stürmische und wirbelnde Luftströmungen, welche Staubtheilchen von Fussboden, Wänden und Gegenständen losreissen können, sind unbedingt auszuschliessen.

Wir dürfen deshalb der Auffassung mancher Krankenhausärzte, welchen nichts über das Oeffnen von Fenster und Thür geht, das Wort nicht reden, wenn es auch begreiflich erscheinen könnte, dass diese beim Gebrauch einer im Projecte viel versprechenden und warm empfohlenen Ventilationsanlage in ihren Erwartungen getäuscht, füglich glauben, zu einer solchen

1) Vergl. C. Schimmelbusch, a. a. O., S. 15.

Entsagung sich bekennen zu müssen. Unverantwortlich muss es uns aber erscheinen, wenn in einem Krankenhause, das mit einer centralisirten Ventilationsanlage ausgestattet ist, das grössere Vertrauen auf die Fensterlüftung dazu führt, dass ohne Rücksicht auf die gleichzeitige Thätigkeit der vorhandenen Zuluft- und Abluftcanäle die Fenster geöffnet werden. Nicht nur, dass in diesem Falle der Luftwechsel leicht ein stürmischer wird, — es kann dieses unstatthafte Vorgehen, wie die Erfahrung lehrt, auch eine Umkehr der Luftbewegung in der Ventilationsanlage zur Folge haben, so dass der Abluftcanal die Luftzufuhr übernimmt. Mit anderen Worten, es kann so kommen, dass in das zu lüftende Zimmer auch die Abluft aus anderen, an den Sammelcanal angeschlossenen Räumen, zum Theil vermengt mit den in den Abluftwegen vorhandenen Staubniederschlägen einströmt. Es widerspricht ein solcher Betrieb dem, namentlich bei der Ventilation von Krankenanstalten bedeutsamen, wichtigen Grundsatze der Lehre vom Luftwechsel, dass die einzelnen Räume in Bezug auf die Lüftung, soweit wie thunlich, ganz unabhängig von einander gestellt sein müssen.

Ich kann es daher auch nicht gutheissen, wenn das Programm für die Lüftung eines Krankenhauses das Bedürfnis einer zeitweilig erforderlichen Mehrleistung, wie solches z. B. nach dem Gebrauch der Bettschüssel und ähnlichen übelriechenden Vorgängen hervortritt, auf das Oeffnen der Fenster verweist. Auch dieser vorübergehend gesteigerte Luftwechsel darf sich nicht anders als in gleichmässigem Gange vollziehen und muss frei von Zugerscheinungen sein.

Schon die Rücksicht auf die Bewohner verlangt, dass der Luftwechsel in geregelter Weise, im Winter unter Vorwärmung der von aussen eintretenden Luft stattfindet und in keinem Falle stürmisch oder stossweise und auf falschen Wegen vor sich geht. Der Lüftungsvorgang darf nicht als eine Belästigung empfunden werden oder gar zu der Besorgnis Anlass geben, dass er das Wohlbefinden gefährde. Es ist zwar richtig, dass der Mensch, wenn er sich daran gewöhnt hat, auch in Bezug auf Zugerscheinungen sozusagen einen Puff vertragen kann, — aber

diese Thatsache berechtigt nicht dazu, von einem jeden Menschen und zumal vom Kranken vorauszusetzen, dass er durch Gewöhnung und Abhärtung gegen den Einfluss der einseitigen Entwärmung des Körpers gefeit sei. Wer an die nachtheiligen Wirkungen der Zugluft nicht glaubt, weil diese ihm selbst nichts thut, und daraufhin es für überflüssig erachtet, seine Mitmenschen davor zu bewahren, verfährt rücksichtslos. Aber fast noch mehr erscheint es mir tadelnswerth, wenn bei Herstellung der Ventilationsanlage einer Krankenanstalt nicht schon in den Vorarbeiten versucht wird, der Bedingung, dass die Lüftung zugfrei erfolgt, vollauf gerecht zu werden. Für die gedachte Forderung spricht aber auch entschieden die Thatsache, dass das Auftreten von Zugerscheinungen gar nicht selten zum Vorwand gegen die Nutzbarmachung der Ventilations-Einrichtung genommen und so zum mächtigsten Hindernis für die Erhaltung eines erträglichen Zustandes der Luftbeschaffenheit wird. Am häufigsten haben wir auf Eisenbahnfahrten Gelegenheit, über diese Seite der Zugluft die unangenehmsten Erfahrungen zu machen.

Nur von Fall zu Fall wird man die Entscheidung darüber zu treffen im Stande sein, ob die Aufgabe der Sicherung eines allezeit befriedigenden Reinlichkeitszustandes der Luft ohne unser Zuthun durch die natürliche (»freiwillige«) Lüftung sich löst oder ob dieselbe die künstliche (»absichtliche«) Lüftung nöthig macht, d. h. eigens angelegte Luftwege, nach dem Freien führende Oeffnungen oder Canäle, mit oder ohne Vermehrung der Wirksamkeit der unter den gewöhnlichen Verhältnissen vorhandenen und auch der freiwilligen Lüftung dienstbaren Bewegungsursachen (Wind, Wärmeunterschied, Diffusionsbestreben) oder zudem die Heranziehung anderer Betriebskräfte (Dampf, Wasser, Druckluft, Elektricität etc.) und besondere Vorrichtungen verlangt. Die rechnerischen Unterlagen zur Beantwortung dieser Frage ergeben sich einestheils aus dem beanspruchten Grad der Reinheit der Luft, aus der Anzahl und Beschaffenheit der Personen, welche den zu lüftenden Raum einnehmen, aus der Grösse und Bestimmung des letzteren, anderntheils aus den Erwartungen für den Betrag des freiwilligen Luftwechsels.

Pettenkofer's Untersuchungen über den Luftwechsel in Wohngebäuden haben die erste nähere Kenntnis davon erbracht, dass die Umschliessungskörper bewohnter Räume (Wände, Fussboden und Decke) wegen der Porosität der Baumaterialien und der in jedem Bau vorhandenen Spalten, Fugen und Ritzen für Luft und Wasser durchgängig sind und dass diese Eigenschaft nicht nur den Vorgang der natürlichen Ventilation, sondern auch Nebenwirkungen zu Stande kommen lässt, welche zum Theil auch für die künstliche Ventilation von grosser Bedeutung sind. Spätere Ermittelungen (H. Schultze und M. Märcker[1]), E. Schürmann[2]), C. Lang[3]) und namentlich die Arbeiten von G. Recknagel[4]) über die Theorie des natürlichen Luftwechsels haben zu einer abschliessenden Klarstellung des Gegenstandes und insbesondere zu der Begrenzung dessen geführt, was man sich von der natürlichen Lüftung versprechen darf.

Der Luftgehalt der Baumaterialien hat einen hohen Werth in Hinsicht des Wärmehaushaltes, die Durchlässigkeit der Umschliessungskörper ist von Bedeutung für die Regelung der Feuchtigkeitsverhältnisse. Die natürliche Ventilation verursacht die wenigsten Kosten, weil sie keinerlei Aufwendungen für die Beschaffung von Canälen und für die Herstellung der Luftbewegung verlangt; sie bewirkt, weil die Luft auf unzählige kleinste Querschnitte vertheilt und schon innerhalb der Umschliessungskörper den Wärmebedingungen des Raumes etwas angepasst einströmt, die Luftzufuhr zumeist unvermerkt und arbeitet unter den günstigsten Verhältnissen für die Vertheilung der Luft im Raume. Diesen Vorzügen der freiwilligen Lüftung stehen als grosse Nachtheile gegenüber einmal die verhältnismässig geringe Ergiebigkeit und die Abhängigkeit der Leistung von unbeständigen Bewegungsursachen sowie von der

1) Journal f. Landwirthschaft, 17. Jahrgang (1869) S. 224 und 18. Jahrgang (1870) S. 340, Landwirthschaftliche Jahrbücher, Bd. VI (1877) 1. Supplementheft, S. 1.

2) Dritter Jahresbericht der chem. Centralstelle f. öffentl. Gesundheitspflege zu Dresden, 1874, S. 45.

3) Zeitschrift f. Biologie, Bd. XI (1875) S. 313.

4) Sitzungsbericht d. Kgl. bayer. Akademie d. Wissenschaften v. 6. Juli 1876, Zeitschrift f. Biologie, Bd. XV (1879) S. 1.

Beschaffenheit (namentlich auch dem Wassergehalt) der den Luftwechsel vermittelnden Wände etc. und, da die Luft nicht nur aus dem Freien sondern auch aus benachbarten Räumen zuströmt, eine zum Theil zweifelhafte Herkunft der Frischluft. Ausnahmsweise mögen die Umschliessungskörper selbst zur Verunreinigung der Luft beitragen, indem sie, wie das z. B. R. Emmerich[1]) für die Zwichendecken nachgewiesen, Unrath enthalten und zur Brutstätte von Mikroorganismen werden; für eine Vermehrung der letzteren in und auf den Wänden sind nach E. Esmarch[2]) die Bedingungen im Allgemeinen nicht günstig.

Dem Bedenken gegen den natürlichen Luftwechsel, dass in ihm für eine gute Beschaffenheit der Zuluft die zu erfordernde Gewähr nicht zu finden ist, haben im weiteren die Beobachtungen über die Beziehung der Luft im Boden zu der menschlichen Wohnung (Forster[3]), Fodor[4]), Renk[5]), die Erfahrungen und experimentellen Ermittelungen über die Verbreitungsweise und Bewegungsrichtung des aus der Leitung infolge von Rohrbrüchen im Strassenkörper oder aus undichten Stellen (Kugelgelenken, Stopfbüchsen etc.) im Hause austretenden Leuchtgases (Pettenkofer[6]), Welitschkowsky[7]), Emmerich[8]), Wolffhügel[9]) einen besonderen Nachdruck verliehen.

Unter den Nachtheilen der natürlichen Ventilation gewinnt aber allein schon die Unzuverlässigkeit der Leistung eine

1) Zeitschrift f. Biologie, Bd. XVIII (1882) S. 357, Archiv f. Hygiene, Bd. II (1884) S. 117; vergl. auch Utpadel, Archiv f. Hygiene, Bd. VI (1887) S. 359.

2) Zeitschrift f. Hygiene, Bd. II (1887) S. 493.

3) Zeitschrift f. Biologie, Bd. XI (1875) S. 392.

4) J. Fodor, die Luft und ihre Beziehungen zu den epidemischen Krankheiten, Braunschweig 1881, S. 64.

5) Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte, Salzburg 1881, Tageblatt S. 193.

6) M. v. Pettenkofer, Populäre Vorträge, Braunschweig 1872, Heft 1, S. 87—93 und 111—115; Nord und Süd Bd. XXVIII, Heft 82 (1884) S. 31.

7) Archiv f. Hygiene, Bd. I (1883) S. 210.

8) Dritter und vierter Jahresbericht der Untersuchungsstation des Münchener hygienischen Instituts, München 1885, S. 120.

9) Sechster Internationaler Congress für Hygiene und Demographie, Wien 1887, Heft 6, S. 23.

ausschlaggebende Bedeutung.[1]) Wo es sich um die Beschaffung einer Lüftung handelt, bei welcher ohne Unterschied der Tages- und Jahreszeit ein gleichmässiger Gang und uneingeschränkter Betrag des Luftwechsels sicher gestellt und möglichst die Zuströmung von Luft aus benachbarten Räumen verhütet sein muss, ist die natürliche Ventilation nicht am Platze. Ich kann es daher nur als vortheilhaft ansehen, dass in Krankenräumen auf die Mitwirkung der freiwilligen Lüftung durch Herstellen eines undurchlässigen Fussbodens und Anstreichen der Wände mit Oelfarbe verzichtet wird, was ja ohne Nachtheil geschehen kann, sobald für ausreichenden Luftwechsel und gute Wärmevertheilung auf andere Art Sorge getragen ist.

In gleicher Weise wie bei den zu lüftenden Räumen macht sich bei der künstlichen Ventilation und der Heizung der Vorgang des Eindringens von Luft durch undichte Umschliessungen auch an den Ventilationscanälen, Staubablagerungs-, Heiz- und Mischkammern geltend. Es kommen hierdurch recht lästige Nebenwirkungen (Verunreinigung der Frischluft, Herabsetzung der Wirksamkeit des sogenannten Zugs der Ventilationscanäle sowie der Schornsteine etc.) zu Stande, wenn nicht mit grösster Sorgfalt die Wände dieser Luftwege und der Schornsteine abgedichtet und in gutem Zustande gehalten werden. Wir haben Ursache, es zu beklagen, dass die Gesundheitstechnik in Theorie und Praxis dem grossen Nachtheil der Durchlässigkeit der Baumaterialien bezw. des Mauerwerks etc. wenig oder wenigstens nicht in dem Maasse, wie es das Interesse der Sache verlangt, Beachtung schenkt. Für uns ist diese Unterlassung eigentlich schwer zu verstehen, da doch Péclet[2]) des in Rede stehenden Gesichtspunktes bei Besprechung des Seitendrucks in den Essen und der Erfahrung

1) Gewiss mit Unrecht ist Pettenkofer dafür verantwortlich gemacht worden, dass man eine Zeit lang den Nutzen, welchen die freiwillige Lüftung bringt, infolge von übertriebenen Erwartungen an die quantitative Leistung überschätzt hatte. (Vergl. Pettenkofer, Luftwechsel in Wohngebäuden, S. 104 und 122).

2) Péclet, die Wärme und ihre Anwendung in der Kunst und den Gewerben, deutsch von C. Hartmann. Leipzig 1860 und 1862, Bd. I, S. 173 und Bd. III S. 154 und 155.

von Commissionen französischer Behörden zur Untersuchung der Ventilation in Gefängnissen gedacht hat, da Pettenkofer[1]) und seine Schüler seit Jahren auf Grund der eigenen Ermittelungen in Schrift und Wort die Nothwendigkeit des Auschliessens der Durchlässigkeit betont haben, da endlich auch jede Prüfung einer Lüftungsanlage in greifbarer Weise stets auf's Neue und zum Theil in wechselndem Bilde die aus der Vernachlässigung des gedachten Anspruches der Hygiene hervortretenden Uebelstände vor Augen führt.

Bei der künstlichen Ventilation werden als Mittel zur Luftbewegung entweder die Erwärmung bezw. Abkühlung der Innenluft oder Druck- bezw. Saugvorrichtungen (Schraubenventilatoren, Strahlapparate, Windkappen etc.) angewandt. Man unterscheidet nach Maassgabe der durch die Bewegungsursache in dem zu lüftenden Raume gesetzten Erhöhung oder Verminderung des Luftdrucks die verschiedenen Arten von Ventilations-Einrichtungen in Druck- und Sauglüftungen. Die auf Erwärmung der Abluft beruhenden Anlagen werden so, wenn auch nicht im Sinne der physikalischen Grundlage des Bewegungsvorganges, zu den Sauglüftungen gerechnet. Es ist kein Zweifel, dass diese Bezeichnung wie auch der in der Ventilationstechnik übliche und dem volksthümlichen Sprachgebrauch entlehnte Ausdruck »Zug« für die Wirkung des Schornsteins und des Abzugschlotes (»Zugesse«) schon manche nachtheilige Begriffsverwirrung angerichtet hat. Gegen letztere ist Pettenkofer[2]) zu Felde gezogen, nachdem schon lange vor ihm Benjamin Franklin[3]) den Bewegungsvorgang im Schornstein richtig gedeutet hatte.

Bei Ventilationsanlagen, in welchen auf die Beseitigung der Abluft — sei es durch Anwendung einer Saugvorrichtung, (Schraubenventilator, Strahlapparat u. dergl.) oder durch Herstellung geeigneter Bedingungen für den Wärmeauftrieb — der Schwerpunkt gelegt ist, darf selbst im Falle des Ausschliessens

1) a. a. O., S. 113 und 123; vergl. auch F. Renk, Gesundheitsingenieur 1886, S. 3.

2) a. a. O., S. 116.

3) The works of Dr. Benjamin Franklin, London 1806, Bd. II, 258.

der Durchlässigkeit des Mauerwerks der Wände nicht erwartet werden, dass sich der Bedarf an Frischluft allein durch eine Zuströmung aus dem Freien deckt. Von Pettenkofer[1]) wird es als ein grosser Uebelstand derartiger Ventilations-Einrichtungen bezeichnet, dass man nicht im mindesten die Zuströmung der frischen Luft in seiner Gewalt hat, da die Luft durch alle wo immer vorhandenen Oeffnungen nach dem zu ventilirenden Raume hinzuströme. Später hat G. Recknagel[2]) diese Stellungnahme noch mit mehr Nachdruck vertreten.

Die Anordnung, dass die Abluft aus mehreren Räumen in einem Sammelcanal vereinigt dem Abzugsschlot zugeleitet wird, hält Pettenkofer[3]), falls die Anlage mit einer ununterbrochenen Heizung nicht in Verbindung steht, geradezu für schädlich und irrationell, weil da Fälle eintreten, in denen sich die Bewegung umkehrt, so dass sich die Abluft von einem Saal in den anderen entleeren kann, wie die Beobachtungen im allgemeinen Krankenhause zu München u. s. w. sattsam beweisen. »Canäle, in denen eine Luft strömt, welche möglicher Weise schädliche oder durch Zersetzung schädlich werdende Stoffe ablagern könnte, sind bei Umdrehungen der Strömung doppelt gefährlich, weil sie bei verkehrtem Zug längst abgelagerte Theile davon wieder in die Säle führen können.«

Es wäre eine grosse Täuschung, wollte man glauben, dass die Erfahrungen Pettenkofer's und das an deren Mittheilung geknüpfte abfällige Urtheil nur für die Leistungen der Ventilationstechnik einer um drei Jahrzehnte hinter uns liegenden Zeit Geltung habe. Aus den eigenen Ermittelungen weiss ich zu berichten, dass wir heutzutage noch um Nichts besser daran sind. Werden doch trotz der Mahnungen Pettenkofer's fort und fort Ventilationsanlagen mit einem für sämmtliche der Lüftung unterstellten Räume gemeinsamen Abzugschlot gebaut und zumeist ohne

1) a. a. O., S. 122.

2) Vergl. P. Boerner's Deutsches Wochenblatt f. Gesundheitspflege u. Rettungswesen, 1. Jahrgang (1884) S. 142; Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege, Bd. XVII (1885) S. 82.

3) a. a. O., S. 116 und 123.

jede Sicherheit dafür, dass unausgesetzt der zur Wirkung der Esse erforderliche Wärmeunterschied vorhanden ist, in Betrieb gegeben. Die Vorliebe für Einrichtungen, bei welchen die Ableitung der Luft centralisirt ist, muss eine sehr mächtige sein, denn auch die Bauverwaltung in Staat und Gemeinde hat sich durch die ungünstigen Erfahrungen Anderer nicht davon abhalten lassen, Anlagen der gedachten Art und diese selbst mit der Besonderheit auszuführen, dass die Abluft von mehr als einem Gebäude durch Vermittelung unterirdischer Canäle nach der gemeinsamen Esse hin zusammengeführt wird, welche Anordnung naturgemäss noch weniger gute Erwartungen zulässt und die Kosten von Anlage und Betrieb wesentlich vermehrt.

Ich habe in einer Anzahl von Fällen (zur Winterszeit) Gelegenheit gehabt, den gedachten Vorgang des Umkehrens der Luftbewegung zu beobachten. Dabei ist die Erscheinung ohne Unterschied, ob die Wandcanäle an- oder absteigend bezw. die Sammelcanäle auf dem Dachboden oder in der Kellerdecke angeordnet waren, hervorgetreten, sobald die Bedingungen dafür vorhanden waren. Das Zustandekommen der verkehrten Luftströmung kann durch mancherlei Umstände begünstigt werden, z. B. durch ungeeignete Querschnittsverhältnisse und Wärmebedingungen der Wandcanäle und des Sammelcanals, unberufene Eingriffe (Oeffnen der Fenster u. dergl.), ungleichartige Benützung der Räume bezw. Stockwerke und daraus folgende Unterschiede im Wärmezustand, Saugwirkung des Windes an den Eintrittsstellen der Frischluft.

In Ventilationsanlagen der in Rede stehenden Art wird die Luftbewegung dadurch eingeleitet und unterhalten, dass die kältere Aussenluft die wärmere Innenluft infolge des Gewichts- bezw. Druckunterschieds verdrängt. Dieser Vorgang kann aber nicht voll zur Geltung kommen, weil die Abluft auf Umwegen über Dach geführt wird und zum Theil die Anordnung der Canäle (in nahezu wagerechter Lage und unter ungeeigneten Wärmebedingungen) eine ungünstige ist. Es werden daher schon geringfügige Ursachen die Umkehr der Luftbewegung herbeizuführen im Stande sein, sobald nur infolge Eintretens von wärmerem Wetter die

Temperaturdifferenz gering und der Verlust an bewegender Kraft nicht durch eine stärkere Erwärmung der Abluft in der Esse beglichen wird. Das Letztere ist aber dort, wo in der zumeist üblichen Weise zur Beheizung des Abzugschlots nur die Abhitze des Rauchrohrs der Heizanlage dient, am wenigsten zu erwarten, weil eben das Bedürfnis zu heizen allemal dann am geringsten sein wird, wenn es am meisten Noth thut, der Luft in der Esse behufs Vermehrung des Auftriebs eine höhere Temperatur zu geben.

Gerade dieses durchaus entgegengesetzte Verhalten der Ansprüche, welches nach und nach zur Einsicht der Nothwendigkeit der von Pettenkofer[1]) auf's wärmste empfohlenen Trennung der Anlagen für Heizung und Lüftung geführt hat, spricht auch im Allgemeinen mehr oder weniger zu Ungunsten jeder Lüftungsanlage, die auf der Anwendung des Wärmeunterschieds als Betriebsmittel beruht. Ich bekenne mich auf Grund der eigenen Erfahrungen zu dem Standpunkte Pettenkofer's[2]), welcher in Bestätigung der Beobachtungen von Grassi[3]), die Ventilationsanlagen mit Zugesse für wenig geeignet erachtet zur Lüftung von Räumen, die zu täglichem, fortgesetztem Aufenthalte dienen, vielmehr zur Lüftung von Gebäuden, die einer regelmässigen künstlichen Ventilation bedürfen (wie Krankenhäuser, Kasernen, Gefängnisse und auch Schulen), das Eintreiben der Luft mittels Druckvorrichtungen für das beste Mittel hält. Bei der Drucklüftung ist es eher möglich, dem wechselnden Bedarf

1) a. a. O., S. 61. »So lange es Princip war, Heizung und Ventilation, die unter sich keine principielle Abhängigkeit haben, stets fest an einander zu schmieden, oder die eine Function von der andern abhängig zu machen, so lange konnte sich namentlich die Ventilation nicht frei entwickeln, welche gewöhnlich von der Heizung in's Schlepptau genommen werden sollte. Das wäre nur dann heilsam gewesen, wenn das Bedürfnis der Ventilation und Beheizung stets Eines mit dem Andern gleichmässig zu- und abnehmen würde; das ist aber gerade nicht der Fall, denn während das Luftbedürfnis Jahr aus Jahr ein unter den verschiedensten Zuständen der Atmosphäre so ziemlich das gleiche bleibt, wechselt das Bedürfnis der Heizung in dem verschiedensten Maasse.«

2) a. a. O., S. 58, 123 und 124.

3) Annales d'hygiène publique et de la médecine légale, 2me Série (1857), t. VII.

entsprechend ab- und zuzugeben, dieselbe gestattet, die Frischluft mit grösserer Geschwindigkeit eintreten zu lassen, also die Luftzufuhr ergiebiger zu gestalten, ohne dass es dabei zu einer Belästigung durch Zugluft kommt[1]).

Dem Lüftungstechniker kann es, wie ich meine, nichts Neues sein, dass im Betriebe einer Anlage die Luft zeitweise auch einmal einen andern Weg nimmt, als den, welcher ihr in der Bauzeichnung des Projectes mit Pfeilen angewiesen war, aber wenig bekannt scheint ihm zu sein, dass auf die Verhütung des Zurückströmens der Abluft bezw. der Einführung der Luft durch die Abluftcanäle von der Gesundheitslehre grösster Werth gelegt wird. Dass diesem wohlberechtigten Anspruch thatsächlich wenig Beachtung geschenkt wird, geht nicht nur aus der Häufigkeit des Vorkommens der Erscheinung, sondern auch daraus hervor, dass selbst in Preisbewerbungen für mustergiltige Anlagen der naive Vorschlag gemacht wird, in ein- und derselben Ventilationsanlage je nach dem in den verschiedenen Jahreszeiten wechselnden Bedarf die Abluftcanäle zeitweise für die Zuleitung der Frischluft zu benützen.[2])

Wohl werden die Vertheidiger der Zugesse und sonstigen auf Erwärmung der Abluft berechneten Anlagen uns entgegenhalten, dass vielleicht weniger die bauliche Anordnung als ein Fehler im Betrieb an den von uns beklagten Vorkommnissen Schuld war. Damit kann aber weder unser grundsätzliches Bedenken zurückgewiesen noch der Erbauer der Ventilations-Einrichtung entlastet werden. Man wird doch vom Lüftungstechniker erwarten dürfen, dass er mit den häufigsten Ursachen der Betriebsfehler und mächtigsten Feinden seiner Werke, ich meine mit

1) Vergl. H. Rietschel, die Heizung und Lüftung der Schulen. Berlin 1885.

2) Die gleiche Zurückweisung müssen wir aber auch noch jenen Anlagen zu Theil werden lassen, in welchen die Abluftcanäle frei im Dachboden münden. Bei denselben kommen rückläufige Bewegungen ebenfalls vor und können bei diesem Vorgange — wie ich mich aus einem von mir beobachteten Falle zu erinnern weiss — selbst aus entfernt gelegenen Theilen des Gebäudes Verunreinigungen in den zu lüftenden Raum gelangen. Gegen die gedachte Anordnung lässt sich überdies auch aus baulichen und feuerpolizeilichen Rücksichten Einsprache erheben.

Unverstand und Nachlässigkeit der Menschen, einigermaassen zu rechnen versteht, wie er ja auch darauf rücksichtigen muss, dass Wind und Wetter der Wirkung des Wärmeunterschiedes zeitweilig störend im Wege sind.

Auf Grund der vorstehenden Betrachtungen haben wir, wie ich glaube, vom Standpunkte der Hygiene aus auf eine Vereinfachung der Ventilationsanlagen, sowohl was die Zuleitung als auch was die Ableitung der Luft anlangt, mit Entschiedenheit zu dringen. Man braucht dabei nicht gleich an das andere Extrem zu denken und eine unmittelbare Verbindung der Innenluft mit der Aussenluft durch Herstellen von Oeffnungen in der nach dem Freien gerichteten Wand sowohl für die Zuluft als auch für die Abluft zu verlangen. Auch der unmittelbaren Zu- und Ableitung der Luft haften Mängel an, indess ergibt doch die vergleichende Betrachtung, dass die daraus zu erwartenden Uebelstände zum wenigsten nicht grösser sind als die Nachtheile einer Anordnung, bei der »die Luft auf complicirten und kostspieligen Wegen im Hause spazieren geführt« wird. Es bleibt Sache der Lüftungstechnik ausfindig zu machen, in welcher Weise die Einführung der Frischluft und Beseitigung der Abluft auf kürzerem Wege erreichbar ist, und steht zu erwarten, dass sie bei einigem guten Willen es fertig bringen wird, die Mängel, die bei der aus hygienischen und wirthschaftlichen Erwägungen sich empfehlenden, einfacheren Anordnung mit in Kauf zu nehmen sind, auf ein erträgliches Maass herabzusetzen.[1])

Namentlich erachte ich eine Vereinfachung der Lüftungsanlagen bei Krankenhaus-Neubauten für dringend geboten. Ich bin überzeugt, dass sich hierbei all' den allgemeinen und besonderen Ansprüchen — wie der vollständigen Deckung des Ventilationsbedarfs durch Zuströmung einer unterwegs nicht verunreinigten Frischluft, der Vorwärmung der letzteren im Winter, der zugfreien gleichmässigen Lüftung, der Verhütung der Umkehr

1) Pettenkofer weist mit Recht darauf hin, dass man bei kürzesten Luftwegen, schon weil diese der Reinlichkeit leichter zugänglich seien, die rückläufige Bewegung der Luft weniger zu besorgen habe. (Vergl. a. a. O., S. 114 und 116).

des Luftstroms, der Unabhängigkeit der Lüftung des einzelnen Raumes von der Umgebung (vom Flur und von benachbarten Räumen) u. s. w. — wird zum mindesten ebensogut Rechnung tragen lassen, wie bei den centralisirten Lüftungsanlagen. Fast möchte ich meinen, dass bei den grossen Hospitalbauten des letzten Jahrzehnts die Einrichtungen für Heizung und Lüftung einen zu grossen, (d. h. einen nicht im richtigen Verhältnisse zu dem erbrachten Nutzen stehenden) Bruchtheil von den verfügbaren Mitteln in Anspruch genommen und zugleich — was das grössere Uebel ist — die Betriebskosten der Krankenanstalten in's Ungeheuerliche vermehrt haben. Wohl rede ich, überzeugt vom Werthe solcher gesundheitstechnischen Einrichtungen, gern dem Wunsche das Wort, dass man für Krankenhaus-Neubauten von dem, was die Heizungs- und Lüftungstechnik derzeit zu bieten vermag, das Beste nehme. Aber das, was sich von Fall zu Fall bei der Auswahl der Vorschläge als das Beste ausfindig machen lässt, braucht nicht allemal auch das Theuerste zu sein, zumal da die gesundheitswirthschaftliche Betrachtung zu der Ueberlegung drängen muss, ob es nicht nutzbringender sei, von den verfügbaren Mitteln, soweit wie thunlich, etwas einzusparen, was man dem humanitären Zwecke des Baues bezw. Betriebes eines Krankenhauses auf eine geeignetere Weise zu gute kommen lassen könnte.

Ich bin aber, wenn ich hier für die Vereinfachung unserer Lüftungsanlagen eintrete, weit entfernt, auf die Einheitlichkeit der Anordnung verzichten zu wollen, deren wir meines Erachtens nie entrathen können. Wenn die Ventilations-Einrichtungen der Krankenanstalten dadurch, dass der Luftwechsel ungenügend oder bisweilen auch allzu reichlich ausfällt, zu wünschen übrig lassen, so trägt hieran, wie ich meinen möchte, auch das derzeit von den Aerzten unterstützte Verlangen mit die Schuld, dass die Krankenräume, um für alle Fälle gerüstet zu sein, zum Zweck der Lüftung mit einem kunterbunten Gemenge von allerhand Einrichtungen, wie Klappfenster, Dachreiter, Wasserstrahl- oder Schrauben-Ventilatoren u. dergl., neben den vornehmlich auf die Wirkung des Wärmeunterschieds berechneten Zuluft- und Abluftcanälen versehen werden. Ich für meinen Theil erblicke

in diesem Vorgehen nicht nur ein Hindernis für die Fortbildung der Lüftungstechnik, vielmehr auch den besten Weg dafür, dass die Ventilation, anstatt eine Wohlthat zu sein, zum Fluch wird. Das Vielerlei der Vorrichtungen und namentlich der unverständige Gebrauch der Hilfsapparate führt oft genug dazu, dass mit der Lüftung Unfug getrieben, der Vorgang des Luftwechsels in Unordnung gebracht, die Luftbewegung in ihrer Richtung umgekehrt und zugleich der Betrag der Heizkosten unnütz gesteigert wird.

Zu dem, was des Guten zu viel ist, muss auch das Verlangen nach Vorrichtungen, welche die Abluft, bevor sie in's Freie gelangt, unschädlich machen sollen, gerechnet werden. Dasselbe ist als hinreichend begründet nicht anzuerkennen, vielmehr nur dazu angethan, dem Techniker die Aufgabe unnütz zu erschweren.

Endlich dürfte ein wohl berechtigter Anspruch auf das Entgegenkommen der Aerzte noch in der Richtung zu erheben sein, dass dieselben im Interesse der Reinhaltung der Luft sich bestreben, die Verwendung luftverderbender Arzneistoffe thunlichst einzuschränken[1]). In der Wundbehandlung hat man nach und nach gelernt, ohne Carbolsäure auszukommen. Wollen wir hoffen, dass die Zeit nicht mehr fern liegt, in der die fortschreitende Erkenntnis in der Chirurgie auch dem Gebrauche des Jodoforms und ähnlicher stark riechender Heilmittel Einhalt gebieten und enge Grenzen setzen wird.

III. Beurtheilung der Luft bewohnter Räume.

Von der Luft im Freien unterscheidet sich die Luft bewohnter Räume in der chemischen Zusammensetzung; ihr Sauerstoffgehalt ist etwas vermindert, der Gehalt an Kohlensäure, Wasserdampf und flüchtigen organischen Stoffen vermehrt. Letztere machen sich uns durch den Geruch bemerkbar und lassen die Zimmerluft verdorben erscheinen. Als die Ursache der nachtheiligen Wirkungen, welche man der Luft schlecht ventilirter Räume zuschreibt, betrachtet man die organischen Stoffe, weil nachweislich der

1) Vergl. G. Wolffhügel, Ueber die Prüfung von Ventilations-Apparaten, S. 8.

Betrag der Sauerstoffverminderung und der Zunahme des Gehaltes an Kohlensäure und Wasser nicht so hoch ist, um daraus die Störungen des Wohlbefindens erklären zu können, welche der Aufenthalt in verdorbener Luft mit sich zu bringen scheint.

Die Beurtheilung der Zimmerluft müsste demnach eigentlich nach dem Gehalte an solchen flüchtigen organischen Stoffen geschehen. Von Pettenkofer[1]) ist aber der Kohlensäuregehalt vor den andern Bestandtheilen als Maassstab für die Luftverunreinigung durch die flüchtigen Ausscheidungen von Haut und Lungen bevorzugt worden, weil derselbe leicht und sicher zu bestimmen ist, im Freien nur geringe Schwankungen zeigt und in geschlossenen Räumen nicht durch Flächenwirkung und Absorption merklich beeinflusst wird, während der Wassergehalt im Freien grossen Schwankungen unterliegt und auch in Zimmern infolge des hygroskopischen Verhaltens der Umfassungen und Gegenstände stets Veränderungen erleidet, die unabhängig sind vom Einflusse der Bewohnung. Um nun auch eine zahlenmässige Unterlage für die Beurtheilung der Luft sowie die Berechnung des erforderlichen Luftwechsels, des Ventilationsbedarfs, zu erhalten, hat Pettenkofer im Weiteren mit Hilfe von vergleichenden Beobachtungen in gut und schlecht gelüfteten, schwach und dicht besetzten Räumen den Kohlensäuregehalt bestimmt, wie er der nach Maassgabe ihres Eindrucks als normal zu bezeichnenden Zimmerluft zukommt, und diesen als Grenzwerth festgestellt.

Wenn Pettenkofer in der Voraussetzung, dass die auf den Lebensvorgang des Menschen zurückzuführenden gasförmigen Beimengungen der Luft mit der Anzahl der Bewohner im Raum zu- oder abnehmen, an Stelle der organischen Stoffe die Kohlensäure zu bestimmen vorschlug, so geschah dies zu gutem Theil in Ermangelung einer geeigneten Methode zum quantitativen Nachweis dieser Riechstoffe. Seither ist zwar mehrfach schon der Anlauf dazu genommen worden, uns die Bestimmung der organischen Bestandtheile der Luft mittelst eines handlichen Verfahrens möglich zu machen. Man hat

---

1) a. a. O., S. 72 bis 80.

hierzu die zum Nachweis der organischen Substanzen im Wasser vorgeschlagenen Verfahren der Bestimmung des Albuminoid-Ammoniaks und der Oxydirbarkeit in einer für den gedachten Zweck angepassten Anordnung bereit zu stellen versucht. Namentlich ist die Chamäleonprobe u. A. von R. A. Smith[1]), Hammond[2]), W Baring[3]), J. Soyka[4]), Hermans[5]), Carnelley und Mackie[6]), Uffelmann[7]), Nékám[8]), Archarow[9]) angewandt und zum Theil in erneuter, angeblich verbesserter Ausgabe empfohlen worden, ungeachtet des auch schon von Baring ausgesprochenen grundsätzlichen Bedenkens.

Wie die organischen Stoffe im Wasser[10]) so stellen auch die gasförmigen organischen Luftbestandtheile ein in der Zusammensetzung wechselndes Gemenge der verschiedenartigsten chemischen Körper dar, welche nicht nur eine ungleiche hygienische Werthigkeit haben, sondern auch sehr verschiedene Mengen Kaliumpermanganat zu ihrer Reduction in Anspruch nehmen, ohne im Sauerstoffverbrauch einen Ausdruck für ihre Gesundheitsschädlichkeit überhaupt oder den Grad derselben uns geben zu können. Die Chamäleonprobe vermag, da zumal auf sie auch anorganische Körper in gleicher Weise wie die organischen Stoffe reagiren, nur den unter den Bedingungen des Verfahrens stattgefundenen Sauerstoffverbrauch oxydirbarer Bestandtheile der Luft anzuzeigen, sie gibt damit keineswegs zugleich eine richtige Vorstellung davon, in welcher Menge solche Verunreinigungen

1) R. A. Smith, Air and Rain, p. 436, vergl. E. A. Parkes, A Manual of practical Hygiene, 4. Auflage (1873) S. 100.

2) W. A. Hammond, a treatise on hygiene with special reference to the military service. Philadelphia 1863, S. 154.

3) Hannov. Zeitschrift f. Heilkunde 1867, S. 1.

4) Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte, München 1877, Amtlicher Bericht S. 349.

5) Archiv f. Hygiene, Bd. I (1883), S. 30.

6) Proceedings of the Royal society of London, Bd. 41 (1887), S. 238.

7) Archiv f. Hygiene, Bd. VIII (1888), S. 270.

8) Ebendaselbst Bd. XI (1890), S. 397.

9) Ebendaselbst Bd. XIII (1891), 235.

10) Vergl. G. Wolffhügel, Wasserversorgung, Leipzig 1882, S. 172 und Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege Bd. XV (1883), S. 572.

in der Luft enthalten sind, weil die einen mehr, die andern weniger Sauerstoff für den Gewichts- oder Raumtheil zur Oxydation beanspruchen. Von diesem Grundübel kann aber die Methode durch eine Verfeinerung ihrer Ausführungsweise (z. B. durch Heranziehen des Spektroskops behufs besserer Unterscheidung der Endreaction, was Uffelmann empfiehlt,[1]) nie befreit werden. In dieser Richtung die Lösung der Aufgabe noch weiterhin anzustreben, ist meines Erachtens ein vergebliches Mühen und zwar ebenso sehr, als wenn man eine Flinte mit krummem Lauf durch Aufsetzen des feinen Dioptervisirs einer Scheibenbüchse treffsicher machen wollte.

Auf Grund vergleichender Beobachtungen meint Uffelmann[2]), dass es viel richtiger erscheine, als Index für die Verunreinigung der Luft die Menge der oxydablen organischen Materie bezw. die Menge des zu ihrer Oxydation erforderlichen Sauerstoffs anzusehen. Ich bin ausser Stande, diese Auffassung zu theilen, weil eine nennenswerthe Verbesserung mit dem Vorschlage der Einführung der Chamäleonprobe an Stelle der Bestimmung des Kohlensäuregehaltes nicht erzielt wird. Es wird damit, wie gesagt, die ersehnte directe Ermittelung der organischen Riechstoffe ebensowenig erreicht, und überdies enthalten die bis jetzt vorliegenden Untersuchungs-Ergebnisse nichts, was in überzeugender Weise zu einem Aufgeben des bisherigen Vorgehens drängen könnte.

Während Pettenkofer im Hinblick auf die unüberwindlichen Schwierigkeiten des experimentellen Nachweises sich damit begnügt hat, von der Wirkung einer schlechten Zimmerluft auf den menschlichen Organismus in einer Hypothese[3]) eine Vorstellung zu geben, haben Andere die Annahme, dass flüchtige organische Stoffe die Ursache der Unzuträglichkeit seien, einer experimentellen Prüfung zu unterziehen versucht. Die

---

1) Nékám (a. a. O., S. 406) sieht in der Farbe eine empfindlichere Reaction als im spektroskopischen Verhalten.

2) a. a. O., S. 337.

3) M. Pettenkofer, Ueber den Luftwechsel in Wohngebäuden, München 1858, S. 108 und Annalen der Chemie u. Pharmacie 1862, 2. Supplementband S. 5.

ersten Ermittelungen nach dieser Richtung werden Gavarret und Hammond zugeschrieben.[1]) Später war die Frage durch Untersuchungen, welche Seegen und Nowak[2]) über den Stoffwechsel der Thiere mit Hilfe des Regnault-Reiset'schen Respirationsapparats angestellt haben, vorübergehend gestreift worden. Im Gegensatz zu den Erfahrungen von Regnault und Reiset[3]) sowie von Pettenkofer und Voit waren diesen Beobachtern Versuchsthiere im Respirationsapparat erkrankt und zu Grunde gegangen. Dieses Vorkommnis sollte durch die Giftwirkung der eigenen Ausscheidungsproducte der Thiere verursacht gewesen sein, während Pettenkofer und Voit[4]) geneigt waren, dasselbe auf einen Chlorgehalt des Sauerstoffs zurückzuführen.

Erst J. Th. H. Hermans[5]), welcher auf Anregung und unter Leitung von J. Forster gearbeitet hat, liess dem Gegenstande eingehendere Untersuchungen zu Theil werden. Diese waren einestheils auf den chemischen Nachweis der organischen Ausscheidungsproducte von Haut und Lunge mit der Elementaranalyse und der Chamäleonprobe, anderntheils auf die Ermittelung einer Giftwirkung derselben durch Versuche am Menschen gerichtet. Mit Hülfe der angewandten chemischen Methoden war in der dem Geruche und Kohlensäuregehalte nach stark verunreinigten Luft des Versuchsraums eine nennenswerthe Menge flüchtiger organischer Stoffe nicht nachweisbar.[6]) Auch sind nachtheilige Einwirkungen infolge des Aufenthaltes in einer solchen Luft nicht beobachtet worden, wohl aber hatte man beim Betreten des Raumes ein unangenehmes Gefühl empfunden, das übrigens bald sich verlor.[7])

Im Gegensatze zu diesen Versuchsergebnissen veröffentlichten Brown-Séquard und d'Arsonval[8]) in wiederholten Mittheil-

1) Vergl. E. A. Parkes, a. a. O., S. 115.
2) Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie, Bd. XIX (1879), S. 387.
3) Annal. d. Chem. u Pharm., Bd. 73 (1850), S. 320.
4) Zeitschrift f. Biologie, Bd. XVI (1880), S. 529.
5) Archiv f. Hygiene, Bd. I (1883), S. 1.
6) a. a. O., S. 30 u. 31.
7) a. a. O., S. 28 u. 32.
8) Comptes rendus, Bd. 106 (1888) S. 106, 165; Mémoires de la Société de Biologie, 1888, S. 90, 99, 108, 110.

ungen zahlreiche auf verschiedene Weise durchgeführte Thierversuche, in welchen durch Einverleibung des Condenswassers der von Menschen und Thieren ausgeathmeten Luft anscheinend eine Giftwirkung erzielt worden war. Diese Beobachtungen, welche die Gesundheitsschädlichkeit der Exspirationsluft zu erweisen schienen, fanden eine, wenn auch nicht beweiskräftige Stütze in Untersuchungen von Rob. Würtz[1]), welche auf die Darstellung des Leukomaïns der Exspirationsluft abzielten.

Der Werth dieser positiven Ergebnisse ist schon bald nach deren Bekanntgabe durch widersprechende Erfahrungen von Dastre und Loye[2]) in Zweifel gesetzt worden, die in Ermittelungen von Hofmann von Wellenhof[3]), Russo-Giliberti und Alessi[4]), Lehmann und Jessen[5]), Bretschneider[6]), Merkel[7]), Beu[8]) ihre Bestätigung fanden.

Ebensowenig haben Bemühungen, die angenommene Gesundheitsschädlichkeit der Hautausdünstungen experimentell nachzuweisen, zu einem befriedigenden Abschluss geführt. In den Versuchen von Hermans waren die Ausdünstungen von Personen mit reiner Haut und reinlicher Bekleidung, in den Beobachtungen von Lehmann und Jessen die Ausdünstungen eines in schmutziger Arbeitskleidung befindlichen schwitzenden Mannes ohne Nachtheil, wenn auch mit anfänglichem Empfinden von Ekel und Missbehagen, Stunden lang eingeathmet worden, Russo-Giliberti und Alessi hatten das Condenswasser einer in hohem Grade verdorbenen Schulluft Thieren unter die Haut eingespritzt, ohne dass diese krank wurden.

Brown-Séquard und d'Arsonval[9]) konnten sich übrigens noch auf Erfahrungen aus Versuchen mit anderer Anordnung

1) Comptes rendus, Bd. 106 (1888), S. 213.

2) Mémoires de la Société de Biologie, Bd. 106 (1888), S. 213.

3) Wiener klinische Wochenschrift, 1888, Nr. 37.

4) Bolletino della società d'igiene di Palermo 1888, Nr. 9.

5) Archiv f. Hygiene, Bd. X (1890), S. 367.

6) Rostocker Dissertation, vergl. Uffelmann's Jahresbericht d. Hygiene 1890, S. 36.

7) Archiv f. Hygiene, Bd. XV (1892), S. 1.

8) Zeitschrift f. Hygiene u. Infectionskrankheiten, Bd. XIV (1893), S. 64.

9) Comptes rendus, Bd. 108 (1889), S. 267.

berufen: In einer Reihe von luftdicht abschliessenden und durch Röhren mit einander verbundenen Käfigen befindet sich je ein Versuchsthier. Die Ventilation wird durch einen Aspirator bewirkt, so dass nur das Thier im ersten Käfig Frischluft erhält, während die übrigen Abluft aus dem vorhergehenden Käfig bekommen. Nach einiger Zeit (innerhalb 8 Tagen) gehen die in den letzten Käfigen befindlichen Thiere zu Grunde, und zwar zuerst das im letzten Käfig, dann das vorhergehende u. s. w. Diese Versuche sind von S. Merkel[1]) und von J. Beu[2]) nachgeprüft und in ihrem Ergebnisse bestätigt worden; die so behandelten Thiere gingen trotz einer im Uebrigen guten Pflege innerhalb 8½ bis 36 Stunden bezw. 9 Tagen ein.

Während nun Merkel, welcher unter Emmerich gearbeitet hat, mit Brown-Séquard und d'Arsonval auf Grund dieser Art von Versuchen die Giftwirkung der Ausathmungsluft für erwiesen hält, befleissigt sich Beu, ein Schüler Uffelmann's, einer grösseren Zurückhaltung im Verwerthen des Ergebnisses, indem er u. A. namentlich auf die Möglichkeit eines Versuchsfehlers durch die abnormen Bedingungen für den Wärmehaushalt der Thiere, insbesondere den hohen Wassergehalt, hinweist. Indess darf, wie ich meine, Beu für die Annahme einer Mitwirkung dieser Umstände doch nicht die Erfahrung in's Feld führen, dass das Versuchsthier am Leben zu erhalten war, wenn vor seinem Käfig eine Schwefelsäure enthaltende Absorptionsflasche eingeschaltet wurde, denn Merkel konnte den gleichen Erfolg auch durch Vorlegen von verdünnter Salzsäure erzielen. Dagegen können wir Beu darin beipflichten, wenn er beanstandet, dass Merkel die Wirkungen auf die ausgeathmete Luft allein bezieht, da doch daneben auch die Ausdünstungen von der Körperoberfläche und den Excrementen mit im Spiele waren.

Diesen experimentellen Ermittelungen werden wir die wohlverdiente Beachtung nicht versagen, dürfen indess denselben eine

---

1) Archiv f. Hygiene, Bd. XV (1892), S. 10.

2) Zeitschrift f. Hygiene und Infectionskrankheiten, Bd. XIV (1893), S. 71; vergl. auch K. B. Lehmann's Besprechung der Arbeit von Merkel in Hygienische Rundschau 1893, Nr. 3, S. 104.

abschliessende Bedeutung im einen oder anderen Sinne nicht zuerkennen. Die Untersuchungen, in welchen die Nachweisung der aus den Ausscheidungen von Haut und Lunge an die Luft übergegangenen flüchtigen organischen Stoffe eine unbefriedigende war, enthalten zunächst nur die volle Bestätigung der alten, auch von Pettenkofer[1]) betonten Erfahrung, dass gegenüber derartigen flüchtigen Substanzen eben die Sinnesorgane des Menschen, insbesondere der Geruch, viel empfindlicher sind, als die feinsten chemischen Methoden. Wir haben keine Ursache, auf Grund solcher Ergebnisse, und wenn sie auch ganz und gar negativ ausfielen, das Vorhandensein einer Verunreinigung der Luft mit gasförmigen organischen Stoffen, die von dem Lebensprocess der Bewohner herrühren, in Abrede zu stellen, ebensowenig wie es statthaft wäre, an der Annahme zu zweifeln, dass eine nach Moschus riechende Zimmerluft, wenn darin der Riechstoff auf chemischem Wege noch nicht nachweisbar ist, doch kleinste Theilchen von Moschus enthält.

Aber auch die ohne Erfolg ausgeführten Versuche zum Nachweis der Giftwirkung sind noch nicht dazu angethan, uns dazu zu bestimmen, dass wir mit den bisherigen Anschauungen brechen. Waren doch dieselben bislang in der Erwartung angestellt, dass die Einathmung der verdorbenen Luft oder die Einverleibung des Condenswassers derselben acute Störungen in augenfälliger Weise erbringe, während gerade auf die Annahme einer erst mit der Zeit sich ergebenden, schleichenden Giftwirkung der Erfahrung gemäss bei der Prüfung des Einflusses verdorbener Luft auf den menschlichen Körper das grössere Gewicht zu legen wäre. S. Merkel gibt den bisherigen Misserfolgen eine andere, immerhin bemerkenswerthe Deutung. Die zur Gewinnung des Giftstoffs eingeschlagenen Verfahren (Erzeugen von Condensations-Niederschlägen, Aufnehmen in Säuren oder Alkalien) wären ungeeignet, weil die flüchtigen organischen Substanzen, welche die von gesunden Menschen und Thieren ausgeathmete Luft in äusserst geringer Menge enthält, ihrer Natur nach wahrscheinlich nur in flüchtigem Zustande eine giftige Base sind.

1) a. a. O., S. 72.

Pettenkofer[1]) hat sich über die Schädlichkeit der verdorbenen Zimmerluft mit den Worten geäussert: »Ich glaube nicht, dass schlechte Luft in den Wohnungen direct krank mache, oder besser ausgedrückt, sogleich specifische Krankheiten erzeuge, wie z. B. die Gifte; ich glaube mithin nicht, dass schlechte Luft geradezu ein Gift sei, sondern ich behaupte nur das, was von keiner einzigen Thatsache widersprochen und von allen unterstützt wird, nämlich, dass schlechte Zimmerluft die Widerstandsfähigkeit gegen jede Art von krankmachenden Agentien herabstimme und schwäche. Alle Einwürfe, welche man gegen die Bedeutung und die Wichtigkeit einer beständig reinen Luft machen und erdenken will, lassen sich von diesem Gesichtspunkte aus bescheiden.« Diese Auffassung wird in keiner Weise durch die mitgetheilten experimentellen Erfahrungen berührt. Ich für meinen Theil halte es bei Beurtheilung der letzteren mit K. B. Lehmann, welcher seine den Angaben von Brown-Séquard und d'Arsonval widersprechenden Beobachtungen mit Worten bescheidener Zurückhaltung begleitet.[2]) Der Mensch scheidet wohl durch Haut und Lunge geringe Spuren gasförmiger organischer Stoffe ab, welche vielleicht zu den flüchtigen Alkaloiden gehören mögen. Vorerst aber ist es nicht möglich über die chemische Natur oder über die Giftigkeit dieser Substanzen etwas Bestimmtes zu sagen.

Wenn nun auch die Erwartung der Pioniere auf diesem, der experimentellen Bearbeitung wenig zugänglichen Felde hiernach getäuscht erscheinen muss, so lässt sich doch nicht verkennen, dass die gemachten Anstrengungen in dankenswerther Weise das Verständnis für die Bedingungen der Reinhaltung der Luft in bewohnten Räumen gefördert haben.

Der geringe Erfolg im Aufsuchen der organischen Ausscheidungsstoffe in der Luft eines Raumes, welchen an sich und in der Kleidung reinliche Menschen bewohnen, hat naturgemäss dazu gedrängt, anderen Ursachen der Verschlechterung und anderen Eigenschaften der Luft, welche bisher nicht genug gewürdigt waren, mehr Beachtung zu schenken. Nach den Beobachtungen von

1) a. a. O., S. 108.

2) Vergl. Archiv f. Hygiene, Bd. X (1890), S. 378.

Hermans[1]) hatte es den Anschein, dass im Allgemeinen eine Abgabe von flüchtigen organischen Stoffen an die Zimmerluft in nennenswerther Weise nur zu erwarten sei, wo bei einer mangel- oder fehlerhaften Verdauung im Darm und hauptsächlich infolge einer unzweckmässigen Ernährung Gase entwickelt oder wo die Abscheidungsproducte an der Körperoberfläche, also ausserhalb des Körpers (bei schmutziger Haut, unreinen Kleidern etc.) sich zersetzen. Lehmann und Jessen[2]) deuten an, dass auch ein schlechter Zustand der Zähne sich an der Verunreinigung der Luft betheiligt.

Es bringen so diese Untersuchungen in Erinnerung, dass alle auf die Verbesserung der Ernährungsweise und Förderung der Reinlichkeit an Körper und Kleidung, die Pflege der Zähne gerichteten Bestrebungen auch dem Verlangen nach Reinhaltung der Luft in den von Menschen bewohnten Räumen zu gute kommen müssen. Dieselben sind geeignet, den seit Jahren in der Gesundheitspflege gemachten Anstrengungen zur Beschaffung einer zweckmässig zusammengesetzten und richtig zubereiteten Kost für die Armee, Arbeiterbevölkerung und öffentlichen Anstalten, sowie den Bemühungen um die Bereitstellung von Kasernen-, Volks- und Schulbädern mit eine schätzbare Unterlage zur Begründung der Dringlichkeit der Ansprüche abzugeben.

Im weiteren rufen diese Ermittelungen auf's Neue die Erkenntnis in uns wach, dass in schlecht gelüfteten und zumal dicht besetzten Räumen zugleich mit einer Anhäufung der Riech- und Ekelstoffe oft Hand in Hand sich andere, unser Wohlbefinden beeinträchtigende Zustände ergeben, von deren Unzuträglichkeit wir uns leichter eine Vorstellung zu machen im Stande sind: Die Temperatur ist über Bedarf gesteigert und meist auch ungleich vertheilt, der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ein hoher, die Wärmestrahlung des menschlichen Körpers behindert, die Luftbewegung zu gering. Es fehlen somit die Bedingungen zur Entwärmung und sind Verhältnisse gegeben, von welchen wir aus der Erfahrung wissen, dass sie geeignet sind, bei empfindlichen

1) a. a. O., S. 38.
2) a. a. O., S. 372.

Personen auch ohne Mitwirkung der Luftverunreinigung acute Zufälle (Uebelkeit, Ohnmacht) hervorzurufen, zumal wenn die Wirkung durch eine zu warme oder zu enge Kleidung begünstigt wird. In gleicher Weise wäre es verfehlt, bei Beurtheilung der schleichend sich entwickelnden Gesundheitsstörungen, welche erfahrungsgemäss der fortgesetzte Aufenthalt in schlecht gelüfteten Räumen zur Folge haben kann, übersehen zu wollen, dass an deren Zustandekommen eine Reihe von Nebenumständen (unzureichende Körperbewegung, ungeeignete Bekleidung und Beköstigung, Mangel an Sonnenlicht, sowie an abhärtenden und anregenden Temperaturschwankungen u. dergl.) mit betheiligt sind, wie K. B. Lehmann [1]) dies zutreffend hervorhebt. Aber diese Einsicht wird uns nie dazu bestimmen dürfen, den Werth der reinen Luft für die Erhaltung der Gesundheit gering anzuschlagen. —

So sehr auch der geniale Gedanke Pettenkofer's, die Luft nach ihrem Kohlensäuregehalte zu beurtheilen, bisher in Theorie und Praxis ebensowohl bei Vertretung der Ansprüche der Gesundheitslehre wie auch als Mittel zur Förderung der Erkenntnis auf dem Gebiete des Lüftungswesens Nutzen und kaum je einen Nachtheil erbracht hat, ist demselben doch wiederholt eine abfällige Beurtheilung widerfahren [2]). Gegen das Vorgehen hat man namentlich geltend gemacht, dass dasselbe nicht frei sei von einer gewissen Einseitigkeit. Die im Kohlensäuregehalt ausgedrückte Zulässigkeitsgrenze der Luftverunreinigung sei nur in einer beschränkten Anzahl von Fällen und lediglich nach dem subjectiven Ermessen der Beobachter, schätzungsweise nach dem Eindrucke, welchen die Luft auf Pettenkofer und seine Mit-

1) K. B. Lehmann, Methoden der practischen Hygiene, Wiesbaden 1890, S. 175; vergl. auch Archiv f. Hygiene, Bd. X (1890), S. 380.

2) u. A. vergl. Civilingenieur, Bd. XXIII (1877), S. 356. Die Kritik, mit welcher hier meine, mit C. Lang gemeinsame Arbeit über Lüftung und Heizung von Eisenbahnwagen bedacht worden ist, habe ich für meinen Theil wegen ihrer absonderlichen Art unbeachtet gelassen. Mein Partner hat erwidert (vergl. C. Lang, Ueber natürliche Ventilation, Stuttgart 1877, S. 116).

arbeiter gemacht habe, festgestellt, aber keineswegs, wie sich das doch gehörte, nach Maassgabe der Gesundheitsschädlichkeit ermittelt worden. Es entbehre die Voraussetzung, dass die Kohlensäureausgaben des Menschen mit der Ausscheidung der organischen Riech- und Ekelstoffe gleichen Schritt halte, der experimentellen Begründung.

Wir sind weit entfernt, uns diesen und anderen Bedenken verschliessen zu wollen, geben vielmehr gern zu, dass die Pettenkofer'sche Grundlage zur Feststellung des Reinlichkeitszustandes der Luft und zur Berechnung des Ventilationsbedarfs Unvollkommenheiten und Mängel zeigt. Nur sehen wir uns ausser Stande, das Verfahren, welches bisher gute Dienste gethan hat und sicherlich auch weiterhin noch gute Dienste thun wird, dem Uebereifer der Wissenschaftlichkeit zu opfern und wie unnützen Ballast zu einer Zeit über Bord werfen zu lassen, in der wir desselben, weil Besseres zum Ersatz nicht geboten, noch nicht entrathen können. Man wird vielmehr bis auf weiteres, wie auch Herm. Fischer[1]) zugibt, die Kohlensäure-Grenzwerthe als willkommene Anhaltspunkte betrachten, ihre absolute Richtigkeit aber bestreiten.

Uebrigens hat Pettenkofer die Grundlage nur zum Zweck des praktischen Gebrauchs angegeben und selbst die Anerkennung der wissenschaftlichen Genauigkeit für dieselbe nie beansprucht; er sagt: »diese empirische Grundlage scheint mir viel mehr Berechtigung zu haben, als jede willkürliche Annahme oder jedes theoretische Raisonnement, aus dem man eine Grösse ableiten wollte«. Und damit hat Pettenkofer Recht. Die Kohlensäurebestimmung macht im Vergleich zur Prüfung der Luft nach dem Sinneseindruck die Beurtheilung unabhängig von der Individualität des Untersuchenden, sie gestattet die Beobachtung des Ganges der Veränderungen des Reinlichkeitszustandes der Luft, woraus sich, wie H. Rietschel[2]) seinen Fachgenossen gezeigt hat, auch

---

1) Herm. Fischer, Heizung und Lüftung der Räume, Handbuch der Architektur, Darmstadt 1881, 3. Th., Bd. IV, S. 70.

2) Herm. Rietschel, Lüftung und Heizung von Schulen, Berlin 1886.

für den Techniker interessante und lehrreiche Aufschlüsse gewinnen lassen.

Dass zur Bestimmung der Grösse des Luftwechsels an Stelle der Kohlensäure auch eine andere Gasart verwendet werden könnte, — wer wollte dies bestreiten; aber es ist weder das Bedürfnis für diese Abänderung der Methode ein dringendes, noch sind geeignete Vorschläge gemacht worden.[1])

Nun ist es aber auch gar nicht von der Hand zu weisen, dass man die pro Kopf und Stunde erforderliche Luftzufuhr, wie dies Morin und Andere gethan haben, den verschiedenen Altersstufen und Lebensverhältnissen entsprechend nach Maassgabe der Erfahrung in Zahlen ausdrücken kann, und zwar so, dass in Räumen, in welchen nach dem Eindrucke der Luft die Ventilation nichts zu wünschen übrig lässt, der Betrag des Luftwechsels bestimmt und dieser als Ventilationsbedarf angenommen wird. Ist aber dieses Vorgehen vielleicht praktischer, hat es mehr Anspruch auf Wissenschaftlichkeit als das andere? Ich meine, wir dürfen dies getrost verneinen, denn in beiden Fällen geht man, um auf die Ventilationseinheit zu kommen, von der Beschaffenheit der Luft aus und ermittelt diese mit Hülfe der Sinneswahrnehmung nach »schätzungsweisem Dafürhalten«. Der Vorwurf, dass man je nach wechselnden äusseren Lebensbedingungen für ein und dieselbe Altersstufe ein sehr ungleiches Verhältnis zwischen dem Kohlensäuregehalt und dem Eindrucke der Luft bekommen kann, mag zu Recht bestehen, aber falsch ist es, in dieser Erscheinung einen Grund zum Aufgeben der Methode erblicken zu wollen, denn das in Rede stehende andere Verfahren gibt thatsächlich eben solche Abweichungen. Gerade der Mangel einer befriedigenden Annäherung der Ergebnisse war es, welcher wiederholt zu einem unliebsamen Widerstreit der Meinungen in Hinsicht der Leistung der Lüftungsanlagen und der Ventilationseinheit führen musste, bis endlich Pettenkofer durch sein Vorgehen versöhnend gewirkt hat.

1) Vergl. Civilingenieur, Bd. XXIII (1877), S. 367. Mir ist nichts darüber bekannt geworden, dass der Gedanke, das Stickstoffoxydulgas hierfür zu nehmen, je eine practische Verwerthung gefunden hat.

Während die im Vorstehenden besprochenen Bedenken hauptsächlich von Technikern aufgegriffen worden sind, um damit Pettenkofer's Lehre vom Luftwechsel den Credit zu nehmen, haben Forscher auf dem Gebiete der Hygiene die Genauigkeit der Kohlensäurebestimmung bezweifelt. Löblicher Weise hat aber hierbei der Thatendrang den richtigen Weg gefunden, nämlich nicht etwa zur Verwerfung der Pettenkofer'schen Methode, vielmehr zu Verbesserungsvorschlägen geführt. So gern ich nun auch letztere dankbar anerkenne, kann ich die Besorgnis doch nicht theilen, dass das Verfahren in der Ausführung, wie es zu meiner Zeit im Münchener hygienischen Institut geübt wurde [1]), wegen jener unbedeutenden Mängel ein Ergebnis lieferte, welches für den in Rede stehenden Zweck weniger brauchbar und zuverlässig sei.

In der hygienischen Untersuchungstechnik brauchen wir genaue Methoden und empfindliche Reactionen, für viele Aufgaben müssen die Verfahren aber auch einfach, handlich und wenig zeitraubend sein. Mitunter schliesst der eine Anspruch den andern aus und kommt es dann darauf an, auf welchen von beiden nach der Besonderheit der Aufgabe mehr Werth zu legen ist. [2]) Auch bei der Kohlensäurebestimmung liegen nach meinem Dafürhalten die Verhältnisse so, dass wir je nach der gestellten Aufgabe unsere Ansprüche nach der einen oder anderen Richtung hin mässigen dürfen, wenn wir nur bestrebt sind, mit dem gewählten Verfahren auch sauber zu arbeiten. Der Schwerpunkt

1) Vergl. G. Wolffhügel, Ueber die Prüfung von Ventilationsapparaten, München 1876, S. 41.

2) In der Prüfung einer schadhaften Luftheizanlage auf Verunreinigung der Luft durch Kohlenoxyd wollte mir z. B. mit dem Verfahren nach Fodor der Kohlenoxydnachweis nie gelingen, während die Vogel'sche Probe denselben lieferte, wennschon letztere erst auf 2,5‰ und die andere schon auf 0,05‰ CO reagirt. Das Ergebnis war nur der grösseren Handlichkeit und Einfachheit der weniger empfindlichen Probe zu verdanken, welche es dem Beobachter ermöglicht, eine grosse Anzahl von Bestimmungen zu machen, was wegen der wechselnden Bedingungen für die Kohlenoxydausgabe unerlässlich ist. Die einfache und zugleich empfindliche Reaction nach Welzel (Verhandlungen der medic.-physikal. Gesellschaft in Würzburg, Bd. XXIII (1889), Nr. 3) war damals noch unbekannt.

in der Leistung des Hygienikers liegt in der richtigen Beurtheilung des Ergebnisses. Wer urtheilsfähig ist und die Fehlergrenze der Methode nicht ausser Auge lässt, wird nie irre gehen, wenn er auch, wo es zulässig erscheint, auf die peinlichste Genauigkeit der Untersuchung verzichtet. Wollte man zu dieser Entsagung sich nicht bekennen, so könnten wir in vielen Dingen die Hände müssig in den Schooss legen. Die Geschichte der Naturforschung ist auf unserer Seite, wenn wir unter solchen Umständen von Methoden Gebrauch machen, welche minder genau sind.[1])

Mit dieser Auffassung denke ich aber nicht im Entferntesten daran, der Nachfrage nach Taschenapparaten zur Luftprüfung das Wort reden zu wollen, welche wegen ihrer Einfachheit besonders auch in Händen nutzbringend sein sollen, die der experimentellen Schulung entbehren. Ich muss es vielmehr geradezu als eine Verirrung bezeichnen, dass derartige Apparate vorwiegend von solchen Leuten gebraucht werden, welche alles Andere, nur nicht untersuchen gelernt haben und daher auch das Bedürfnis nicht kennen, sich mit den Grenzen der Leistungsfähigkeit und den Fehlerquellen der Methode vertraut zu machen. Dass es unter den abgekürzten Verfahren der Kohlensäurebestimmung auch welche gibt, die in geübter Hand brauchbare Angaben liefern, darüber besteht kein Zweifel. Aber es wird eine befriedigende Annäherung des Ergebnisses an den mit der vollkommenen Methode erhaltenen Befund nur erzielt, wenn mit besonderem Verständnis für die Bedingungen des abgekürzten Vorgehens gearbeitet wird. Namentlich verlangen alle Taschenapparate eine grosse Geduld im Abwarten der Kohlensäurebindung, weil der chemische Vorgang wegen der grossen Verdünnung des Absorptionsmittels sich noch langsamer vollzieht, als beim Pettenkofer'schen Verfahren.

Die Kohlensäurebestimmung als Mittel zur Prüfung von Lüftungsanlagen ist auf diese Weise fast zur Spielerei herabgesunken. Wir haben Ursache dies zu beklagen, denn es ist besser, wenn gar nicht untersucht wird, als dass Befunde von zweifelhaftem

1) Vergl. G. Wolffhügel, Ueber die Prüfung etc., S. 52, desgleichen Civilingenieur, Bd. XXIII (1877), S. 378.

Werth zu Tage gefördert werden. Ich habe deshalb auch nichts weniger als Freude darüber empfunden, dass seit dem Jahre 1884 im Königreiche Preussen den Kreisbaubehörden aufgegeben war,[1]) alljährlich einmal unter Benutzung von Instrumenten, welche von einem Amtssitz zum anderen wanderten, in den Staatsdienstgebäuden eine Prüfung der Lüftungsanlagen mit dem Wolpertschen Kohlensäureapparat älterer Ordnung, einem Anemometer und einem Hygrometer vorzunehmen. Mit einiger Befriedigung ersehe ich aus der neuen Anweisung[2]) zur Herstellung und Unterhaltung von Centralheizungs- und Lüftungsanlagen in den unter Staatsverwaltung stehenden Gebäuden Preussens, dass diese Prüfung nur noch für Neuanlagen auf die Dauer der Gewährleistungsfrist vorgeschrieben und dabei auf die Kohlensäurebestimmung verzichtet ist. Aber möge der Herr Minister der öffentlichen Arbeiten im Interesse der Sache es mir zu gute halten, wenn ich der Ueberzeugung Ausdruck gebe, dass es in jeder Hinsicht förderlicher wäre, anstatt der gedachten Beobachtungen durch die Baubeamten, anzuordnen, dass die Leistungen der neuen Heizungs- und Lüftungsanlagen von untersuchungstechnisch vorgebildeten Sachverständigen in einer gründlichen Prüfung regelrecht festgestellt werden.

IV. Berechnung des Ventilationsbedarfs.

Es ist in der Hygiene und Gesundheitstechnik als ein dringendes und unabweisbares Bedürfnis anerkannt, dass die Ansprüche an den Betrag des Luftwechsels in Zahlen ausgedrückt werden, denn bei Aufstellung des Entwurfs einer Lüftungsanlage bildet der im Programm vorgezeichnete Ventilationsbedarf mit den Ausgangspunkt der Berechnung. Pettenkofer hat uns nun im Kohlensäuregehalte eine Grundlage gegeben, welche nicht nur für

1) Anweisung, betr. die Vorbereitung, Ausführung und Unterhaltung der Centralheizungs-Anlagen in fiscalischen Gebäuden, v. 7. Mai 1884, § 11c (Centralblatt d. Bauverwaltung, 1884, Nr. 25; vergl. Gesundheitsingenieur, 1884, S. 493).

2) vom 15. April 1893. Vergl. Rietschel, Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungsanlagen, Berlin 1893, I, S. 280

die Beurtheilung des Reinlichkeitszustandes der Luft gute Dienste thut, sondern auch für die rechnerische Ermittelung des Ventilationsbedarfs und selbst für die Bestimmung der Grösse des Luftwechsels bei der Prüfung von Lüftungsanlagen geeignet ist. Ist es aber noch zeitgemäss, sich dieses Verfahrens zu bedienen, dürfen wir forthin den Ventilationsbedarf nach dem Kohlensäuregehalte ermitteln, nachdem von H. Rietschel[1]) dessen Berechnung nach Maassgabe der Temperatur empfohlen worden, somit ein Vorschlag zum Besseren mit Pettenkofer's Methode in Wettbewerb getreten ist?

In Anbetracht der hohen Bedeutung für das Wohlbefinden in geschlossenen Räumen, welche der Temperatur der Luft unbedingt zuerkannt werden muss, liegt die Erwägung nahe, ob es nicht richtiger wäre, die Ansprüche an den Luftwechsel nach der Zimmerwärme, bezw. der Wärmeabgabe von Menschen und Beleuchtung festzustellen, da die Temperatur in der Beobachtung auch am leichtesten zu greifen ist. Diese wichtige Frage ist von H. Rietschel einer eingehenden Erörterung unterzogen worden und gewinnt der Gegenstand gerade durch die Bearbeitung eines auf dem Gebiete des Lüftungs- und Heizungswesens in Theorie und Praxis bewährten Fachmannes für uns ein besonderes Interesse.[2])

Während die für Kopf und Stunde zuzuführende Luftmenge (y) nach der Kohlensäure berechnet aus der Formel

$$y = \frac{k}{p - q}$$

sich ergibt, wird nach Maassgabe der Temperaturbedingungen dieser Ventilationsbedarf aus der Formel

$$y = \frac{W(1 + \alpha t)}{0{,}306\,(t - t_0)}$$

1) Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege, Bd. XXII (1890), S. 225.

2) und zwar umsomehr, als Rietschel in seinen Untersuchungen dem Vorschlage des Hygienikers folgend, sich der Kohlensäurebestimmung als Mittel zur Prüfung von Ventilations-Einrichtungen bedient hat und, soweit mir bekannt, selbst von diesem Vorgehen befriedigt war. (Vergl. Herm. Rietschel, Die Heizung und Lüftung der Schulen, Berlin 1885.)

ermittelt[1]). In dem ersten Ausdruck bedeutet k die stündlich im Raume erzeugte Kohlensäure, p den Grenzwerth für den Kohlensäuregehalt, q den Kohlensäuregehalt der einströmenden Luft, in dem zweiten Ausdrucke W die stündlich an die Luft abgegebene Wärmemenge, t den Grenzwerth für die Zimmertemperatur, t_0 die Temperatur der einströmenden Luft, α den Ausdehnungscoefficienten der Luft; 0,306 ist die Wärmemenge, welche die Erwärmung von 1 cbm Luft von 0° auf 1° beansprucht.

Es lässt sich rechnerisch nachweisen, dass selbst bei kurzer Benutzung des Raumes die Grösse des erforderlichen Luftwechsels eine nennenswerthe Herabsetzung nicht erfahren dürfte, weil der Kohlensäuregehalt wie auch die Temperatur der Zimmerluft im Anfangszustand bald ansteigt und sich den Werthen des Beharrungszustandes nähert (vergl. Rietschel S. 226).

Die beiden Formeln entsprechen dem Beharrungszustand. Sie haben das Gemeinsame, auf der Voraussetzung einer sofortigen Mischung der Luft (gleichmässigen Vertheilung der Kohlensäure bezw. der Wärme) begründet zu sein, welche mit den thatsächlichen Verhältnissen nicht ganz übereinstimmt. Diese Annahme entspricht in Bezug auf die Temperatur noch weniger der Wirklichkeit, wie hinsichtlich des Kohlensäuregehaltes, — was zu einer vorsichtigen Anwendung der Berechnungsweise mahnen muss, wie Rietschel selbst hervorhebt.[2])

In beiden Arten des Vorgehens lässt sich nicht vermeiden, dass Mittelwerthe der Rechnung zu Grunde gelegt werden, während doch sowohl die Kohlensäurelieferung als auch die Wärmeausgaben nicht nur individuell verschieden sind, sondern auch je nach physiologischen Zuständen, Arbeitsleistung und äusseren Bedingungen mehr oder minder schwanken. Nichtsdestoweniger haben die Kohlensäurewerthe als Unterlagen für die Berechnung des Ventilationsbedarfs mehr Anspruch auf Vertrauen. Sie sind aus verlässlichen experimentellen Ermittelungen entstanden, während man die Angaben über die Grösse der Wärmeverluste von Haut

1) ausgedrückt in Luft von der Temperatur t (vergl. Rietschel's Leitfaden I, S. 11).

2) a. a. O., S. 227.

und Lunge zu gutem Theil auf Grund einer Schätzung gewonnen hat. Dies gilt insbesondere für den Antheil der Strahlung, welchen Rietschel so ohne Weiteres mit 40% in Abzug bringt. Warum überhaupt die ausgestrahlte Wärme in Abrechnung kommen soll, ist nicht recht verständlich, da doch diese nicht verloren geht, sondern zur Erwärmung der Umschliessungskörper (Wände, Fussboden, Decke) und Gegenstände des Raumes aufgewendet wird.[1])

Die durch Unzuverlässigkeit der rechnerischen Annahmen bedingte Fehlerquelle kann sich aber, wenn in der Rechnung von der Wärme ausgegangen wird, auch dadurch noch ergiebiger erweisen, dass bei Feststellung des Werthes W zu der Wärmelieferung von Seiten der im Raume befindlichen Personen (W_1) und der Wärmeabgabe der Beleuchtung (W_2) auch noch der je nach Jahreszeit und Witterung schwankende Einfluss der Umschliessungskörper bald als Wärmeverlust, bald als Wärmezufuhr ($\mp W_3$) mit in Ansatz gebracht werden muss, wie das Rietschel nunmehr verlangt[2]):

$$W = W_1 + W_2 \mp W_3.$$

Wohl hat die Berechnung nach der Wärme anscheinend den Vorzug einer grösseren Sicherheit in der Feststellung des Grenzwerthes. Aber dieser vermag keinesfalls den Nachtheil zu begleichen, dass die Temperatur der einströmenden Luft innerhalb weiter Grenzen je nach den atmosphärischen Bedingungen (bezw. der Heizung oder Abkühlung) eine veränderliche Grösse ist, von deren Betrag das Ergebnis der Berechnung des Ventilationsbedarfs mit abhängt. Während nach Pettenkofer ermittelt der für den Erwachsenen im Ruhezustand zu erfordernde stündliche Luftwechsel (bei der Annahme von 0,0226 cbm CO_2 für k, 1,0 ‰ für p und 0,4 ‰ für q) ohne Unterschied der äusseren Bedingungen etwa 38 cbm beträgt, würde nach Rietschel der Luftwechsel, welcher zur Beseitigung einer Wärmemenge von 100 Calorien,

---

1) In einer Darstellung der Berechnungsweise aus der jüngsten Zeit verzichtet Rietschel auf den Abzug für Strahlung. (Vergl. Herm. Rietschel, Leitfaden I, S. 8 bis 13).

2) Vergl. Rietschel's Leitfaden I, S. 10.

d. i. etwa der von einem Erwachsenen gelieferten Wärme[1]), und zur Erhaltung der Zimmerwärme auf 19° erforderlich ist, je nach der Temperatur der zugeführten Frischluft sein

wenn t_0 =	0°	18 cbm
„ „ =	5°	25 „
„ „ =	10°	39 „
„ „ =	15°	87 „
„ „ =	16°	117 „
„ „ =	17°	175 „
„ „ =	18°	350 „
„ „ =	19°	∞ „

Die Berechnung nach der Temperatur ergibt hier im Allgemeinen grössere Werthe für den Ventilationsbedarf, dies aber nur weil der Einfluss der Umschliessungen noch nicht in Anschlag gebracht ist. Ferner wird der Betrag des zu erfordernden Luftwechsels, wenn nach Rietschel ermittelt, um so geringer, je niedriger die Temperatur der Zuluft ist. Indess darf man erwarten, dass bei den Vorarbeiten zur Herstellung einer regelrechten Lüftungsanlage in den rechnerischen Voraussetzungen ein weitgehender Spielraum für die Temperatur der einströmenden Luft nicht zugelassen wird. Rietschel bezeichnet in seinem Leitfaden (I, S. 25) je nach Lage, Vertheilung und Art der Einströmung 15 bis 17° als die niedrigste zulässige Temperatur.

Wir wollen nun, um den Unterschied der Ergebnisse der beiden Berechnungsarten uns auch in einem Beispiele klar zu machen, den Ventilationsbedarf für einen bestimmten Fall berechnen. Ich wähle hierzu meinen früheren Hörsaal, welcher ungefähr die Grösse und Beschaffenheit des von Rietschel (Leitfaden I, S. 123) als Beispiel angegebenen Zimmers I hat, rechne für den Abend auf jeden qm Grundfläche 3 Kerzen Helligkeit in Gasbeleuchtung, also 7 Argandflammen für den Raum.[2]) Der Hörsaal hat 140 cbm Inhalt, so dass bei der Annahme von 30 cbm

1) Ohne den Abzug für die Wärmestrahlung berechnet.

2) Vergl. G. F. Schaar, Kalender für Gas- und Wasserfach-Techniker, 1889, S. 79.

Ventilationsbedarf per Kopf bei dreimaligem Luftwechsel die zulässige Besetzung 14, bei viermaligem 18 und bei fünfmaligem 23 Personen betragen könnte. Nehmen wir nun an, die Zimmerwärme sei 20° und die Frischluft trete mit 15° ein, so erhalten wir als erforderliche Luftzufuhr (cbm) pro Kopf und Stunde

Temperatur der Luft im Freien	am Tag			am Abend		
	bei 14 Personen	bei 18 Personen	bei 23 Personen	bei 14 Personen	bei 18 Personen	bei 23 Personen
— 20°	0	0	0	246	207	177
— 10	0	0	3	276	230	195
0	0	8	22	306	254	214
+ 5	7	21	32	322	266	224
+ 15	23	34	42	338	278	233

Wir ersehen aus diesen für den Ventilationsbedarf unter verschiedenen äusseren Bedingungen gefundenen Werthen, dass die Berechnung nach Rietschel die Erfüllung unserer Ansprüche an den Luftwechsel zur Winterszeit dem Belieben des Heizers preisgibt, indem dieser an kalten Tagen durch die Regelung des Heizbetriebs es fertig bringen kann, dass die erforderte Temperaturgrenze von 20° für t eingehalten wird, ohne dafür die Mitwirkung der Lüftung heranzuziehen. Mit anderen Worten, der Vorschlag Rietschel's verräth wenig Interesse für den Reinlichkeitszustand der Luft.

Um so erfreulicher ist es, dass Rietschel zufolge seiner jüngsten Mittheilung (Leitfaden I, S. 13) sich selbst dieser Einsicht nicht mehr zu verschliessen scheint, indem er die Verwendbarkeit seiner Berechnungsweise nicht nur einschränkt, vielmehr auch verlangt, dass in den Fällen, für welche das gefundene Ergebnis kleinere Werthe liefern sollte, als die von ihm in einem für die verschiedenen Bedürfnisse vorgeschlagenen Lüftungsprogramm à la Morin gemachten Vorschriften[1]), die letzteren für die Bestimmung des zu erfordernden Luftwechsels zu Grunde zu legen sind.

1) Der hiernach verlangte Ventilationsbedarf ist, wie es scheint, nach Pettenkofer, aber unter wechselnden Annahmen für den zulässigen Kohlensäuregehalt, berechnet.

Von den Einwendungen, welche Rietschel gegen das Verfahren der Berechnung nach dem Kohlensäuregehalt geltend gemacht hat, ist eine der gewichtigeren, dass die Pettenkofer'sche Grenze von 1‰ bei dicht besetzten und nicht sehr hohen Räumen (Schulzimmern u. dergl.) fast stets überschritten werden müsse und dass somit Forderung und Erfüllung nicht in Einklang zu bringen seien.[1]) Auch meine eigene, auf so mancher Kohlensäurebestimmung begründete Erfahrung sagt mir, dass der Kohlensäuregehalt unter solchen Verhältnissen häufig über die zulässige Grenze vermehrt ist, — und trotzdem kann mich dies nicht veranlassen, den Befund der Methode zur Last zu schreiben. Wenn in der Praxis die Einhaltung des vorgeschriebenen Kohlensäuregehaltes nicht erreicht wird, so kann dies entweder durch Mängel und Fehler in Anlage und Betrieb der Vorrichtungen für den Luftwechsel verursacht oder auch dadurch bedingt sein, dass infolge einer zu dichten Besetzung des Raumes es unmöglich wird, ohne Auftreten von Zugerscheinungen die Leistungsfähigkeit der Ventilationsanlage in dem erforderten Maasse nutzbar werden zu lassen.

Wir haben es hier zunächst mit dem zweiten Falle zu thun, indem Rietschel[2]) es beklagt, dass diejenigen, welche berufen sind, die Grösse des Luftwechsels vorzuschreiben, viel zu wenig die Nothwendigkeit beachten, bei Bestimmung des Ventilationsbedarfs den Rauminhalt in Rücksicht zu nehmen. Der in dieser Auffassung liegende Tadel kann zum wenigsten nicht solche treffen, welche sich einer guten Schulung in der Hygiene und ausreichenden Vorbildung in der Lehre vom Luftwechsel erfreuen. Wird doch gerade von dieser Seite schon behufs Sicherung des unbedingten Ausschlusses von Belästigungen durch Zugluft das Verhältnis zwischen Ventilationsgrösse und Rauminhalt in dem Maasse, wie es die praktische Erfahrung als zweckmässig erscheinen lässt, in zielbewusster Weise begrenzt, somit der Rauminhalt nicht ausser Acht gelassen. Es gilt in der

1) Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege, Bd. XXII (1890) S. 232.

2) a. a. O., S. 232.

Gesundheitslehre behufs Vermeidung von Zugerscheinungen gemeinhin als Regel, stündlich in gleichmässiger Vertheilung nicht mehr als dreimal so viel Luft ein- und austreten zu lassen, als der zu lüftende Raum gross ist. Zugerscheinungen fernzuhalten ist nicht nur aus dem Grunde, dass sie durch einseitige Entwärmung des menschlichen Körpers lästig werden und auch Störungen des Wohlbefindens bewirken können, dringend geboten, vielmehr namentlich auch mit Rücksicht darauf angezeigt, dass sie leicht zum Vorwande gegen die Einführung von frischer Luft werden.

Mit der Voraussetzung, dass der Grösse des Luftwechsels eine Grenze gezogen ist, schliesst aber die Kohlensäure-Norm für uns stillschweigend zugleich einen wirksamen Schutz gegen die übermässige Ausnützung des Raumes durch allzu dichte Besetzung in sich. Wir legen auf diese Besonderheit hohen Werth, weil einestheils schon allgemeine Gesundheitsrücksichten eine zu knappe Bemessung des Luftkubus verbieten, anderntheils weil in Schulen die dichte Besetzung der Räume im Unterricht grosse Unzuträglichkeiten für Lehrer und Schüler zur Folge hat, welche nicht ohne Rückwirkung auf die gesundheitswirthschaftlichen Verhältnisse bleiben können. Eine grössere Schülerzahl erschwert den Unterricht, nimmt dem Lehrer die Möglichkeit in ausreichendem Maasse sich unter Berücksichtigung der Eigenart des Einzelnen mit den Schülern zu befassen, und hat die Ueberlastung mit Hausarbeiten, bei Manchen auch mit Nachhülfestunden zur Folge, für welche die mit dem Schulgeld belasteten Eltern aufkommen müssen. Die Ueberbürdungsfrage steht in unverkennbarer Beziehung zur Ueberfüllung der Klassen, — und dennoch zieht jetzt unsere Unterrichtsverwaltung ohne Noth die bisher vorhandenen Parallelclassen in den Gymnasien aus Rücksichten übel angebrachter Sparsamkeitsbestrebungen ein.

Für die in der Hygiene übliche Begrenzung der Ventilationsgrösse auf das Dreifache des Rauminhaltes wird weder die allgemeine noch die unbedingte Gültigkeit beansprucht, sie kann gelten für die Verhältnisse mittelgrosser Räume mit nur je einem Canal für Zu- und Abluft, also doch in den am häufigsten vorkommenden Fällen als Richtschnur dienen.

Rietschel hat durch seine Untersuchungen dargethan, dass unter gewissen Bedingungen bezüglich der Anordnung und Geschwindigkeit der Luftströmung sowie der Lage der Ein- und Austrittsöffnungen im Zimmer es zulässig erscheinen darf, den Luftwechsel bis zum Fünffachen des Rauminhaltes zu erhöhen, ja es hält Rietschel bei Räumen, die höher als 4 m sind, und im Falle, dass die Zuluft wärmer als die Zimmerluft ist, selbst noch eine weitere Steigerung des Luftwechsels für angängig.[1] Durch diese Erfahrungen, welche ich aus eigenen Beobachtungen bestätigen kann, wird die Hoffnung auf Befriedigung der von der Hygiene im Ventilationsbedarf gestellten Ansprüche auf's Neue belebt. Leider dürfen wir aber die zunächst nur bei Drucklüftung erreichte Erhöhung der Leistung bis zum Fünffachen des Rauminhaltes und mehr auf andere Verhältnisse, wie auf Anlagen, deren Wirkung vorwiegend auf Temperaturunterschieden beruht, keineswegs uneingeschränkt als Erwartung übertragen.

Im weiteren meint Rietschel[2]), dass eine Lüftungsanlage ihren Zweck um so besser erfüllen wird, je mehr die eintretende Luft die verbrauchte verdrängt, je weniger ein Mischen der reinen Luft mit der verunreinigten stattfindet. Ich verkenne nicht, dass dieser Gedanken von jeher etwas Verführerisches gehabt hat. Kann doch schon eine leichte Brise von Frischluft, eine verhältnismässig kleine Menge von Luft, die uns in dichtbesetzten Räumen unvermischt zuströmt, zumal wenn sie nebenbei durch die Lebhaftigkeit ihrer Bewegung und etwas niedrigere Temperatur erfrischend wirkt, eine bedeutende Leistung der Ventilation vortäuschen, während das Mehrfache der Luftzufuhr bei sofortiger Mischung nicht in dem gleichen Maasse befriedigen würde. Man könnte also daran denken, den Betrag der zur Reinhaltung der Zimmerluft erforderlichen Zufuhr von Frischluft erheblich herabzusetzen, wenn die Ventilation in der Weise angeordnet würde, dass die Luft aus der nächsten Umgebung der

1) a. a. O., S. 231; vergl. auch H. Rietschel, Lüftung und Heizung in Schulen, Berlin 1886.

2) a. a. O., S. 235.

Menschen — ähnlich wie bei der Anordnung des Luftwechsels in den Staub und schädliche Gase erzeugenden Gewerbebetrieben — am Orte der Entstehung der Verunreinigung hinweggenommen bezw. wenn die als Ersatz einzuführende Frischluft in die unmittelbare Nähe der Bewohner geliefert würde. Aber leider darf ein derartiges Vorgehen nur für den besonderen Fall (z. B. in Theatern, wo die Menschen darauf angewiesen sind, bestimmte Plätze einzunehmen) ausführbar erscheinen, und würde es im übrigen verfehlt sein, hierin allgemein das Ziel der Technik erblicken zu wollen. Es dürfte daher den Aufgaben des Technikers entschieden förderlicher sein, wenn derselbe den Lüftungsvorgang zunächst so auffasst, wie er thatsächlich in der Mehrzahl der Fälle und in der Hauptsache sich vollzieht, d. h. sich den Luftwechsel nicht als einfaches Verschieben und Verdrängen ohne gleichzeitige Vermischung der Luftmassen vorstellt, vielmehr — so wie Pettenkofer[1]) es lehrt — annimmt, dass die Ventilation gleichsam wie ein Auswaschen der Zimmerluft mit Frischluft vor sich geht.

Dass man in der Praxis, wenigstens in den Aufgaben, in welchen es sich um die Beseitigung der aus den Lebensvorgängen der Bewohner entstammenden Ausscheidungen handelt, um diese Mischung der Frischluft mit der Zimmerluft nicht herumkommen kann, ist gewiss auch Rietschel's Meinung; denn er bekennt sich zu dieser Auffassung sowohl in der Berechnung des Ventilationsbedarfs als auch in einer Darlegung über die Anordnung der Mündungen der Ventilationskanäle.

Dem Verhältnis der Ventilationsgrösse zum Rauminhalt legt Rietschel[2]) eine besondere Bedeutung für die Luftbeschaffenheit bei. Je geringer der Luftwechsel im Verhältnis zum Rauminhalt, desto mehr bleibe die Ventilation von dem Ziele einer gleichmässigen Vertheilung der reinen Luft im Zimmer, also einer gleichmässigen Durchlüftung entfernt, desto mehr werden auch die ausgeathmeten Riechstoffe Zeit gewinnen, sich an den

1) Vergl. a. a. O., S. 24, 84 und 114.
2) a. a. O., S. 235.

Wänden etc. niederzuschlagen, und werden dieselben somit ihren verderblichen Einfluss nachhaltiger ausüben können.

Fast könnte es den Anschein gewinnen, als hätten wir Hygieniker uns in diesem Punkte einer Vernachlässigung belangreicher Thatsachen bei Aufstellung der Ansprüche an den Luftwechsel schuldig gemacht. Und doch ginge Rietschel auch hierin fehl, wenn sein Tadel gegen uns gerichtet sein sollte. Neues enthält die Rietschel'sche Auffassung für uns nicht. Die in Rede stehende Beziehung zwischen Ventilationsbedarf und Raumgrösse ist vor etwa 18 Jahren von Lang und Wolffhügel[1]) bei Gelegenheit von Untersuchungen über Lüftung und Heizung von Eisenbahnwagen festgestellt und durch eine Erhöhung des Grenzwerthes für die Luft in kleinen Räumen von 1,0 auf 1,5‰ Kohlensäure in Rechnung gebracht worden.

Was zunächst die Vertheilung der Luft anbelangt, so ist durch vergleichende Untersuchungen von Luftproben aus den verschiedensten Stellen bewohnter Räume erwiesen, dass die Bedingungen für die Mischung der Luft und zwar sowohl der verunreinigenden Beimengungen als auch der Frischluft mit der Zimmerluft im Allgemeinen, ohne Unterschied des Rauminhaltes günstig liegen, zumal wenn den im Raume wirksamen Bewegungsursachen (Temperaturunterschied, mechanische Einwirkung durch den Verkehr und die Thätigkeit der Menschen, Diffusion) zugleich eine verständige Anordnung der Ventilation zu Hülfe kommt. Wohl wird im kleinen Raum unter sonst gleichen Verhältnissen das Auswaschen der vorhandenen Luft mit Frischluft, also auch ein ergiebiges Durchlüften rascher als im grossen erzielt[2]), ein Vortheil, welcher, wie ich hoffe, der Gesundheitslehre in keinem Falle zu einer Vernachlässigung der Ansprüche an den Luftkubus Anlass geben kann. Mir ist es nicht denkbar, dass das gedachte unterschiedliche Verhalten im Luftwechsel je nach dem Inhalte der Räume auch auf den Luftkubus sollte übertragen

1) Zeitschrift f. Biologie, Bd. XII (1876) S. 624.

2) Vergl. G. Wolffhügel, Ueber die Prüfung von Ventilationsapparaten, München 1876, S. 22 und C. Lang, Ueber natürliche Ventilation, Stuttgart 1877, S. 19.

werden dürfen. Es wird doch kaum zu erwarten sein, dass mit der dichteren Besetzung eines Raumes (was gleichbedeutend ist mit der Verminderung des auf den einzelnen Bewohner entfallenden Antheils am Rauminhalt) und der entsprechenden Erhöhung der Anforderungen an die Grösse des Luftwechsels, also mit der hier thatsächlich gegebenen Vermehrung des Verhältnisses von Ventilationsgrösse und Rauminhalt, die Luftbeschaffenheit sich besser stellen wird. Zwar nimmt Rietschel an, dass in einem verhältnismässig kleinen Raum, in welchem nur eine Person sich dauernd aufzuhalten hat, dem Geruchsinn nach zu urtheilen, eine schlechtere Luft herrschen wird, als wenn sich in demselben Raum bei doppeltem Luftwechsel zwei Personen befinden. Aber es hat den Anschein, dass dieser Auffassung nicht etwa rechnerische oder experimentelle Ermittelungen, vielmehr lediglich die Erwägung zu Grunde liegt, dass im zweiten Falle der wirksamere Luftwechsel ein Zurückbleiben von Riechstoffen hintanhält.

Dass die Berechnung des Ventilationsbedarfs für Räume, in welchen nur wenige Menschen sich aufzuhalten haben, in Bezug auf den Rauminhalt nur einen geringen Luftwechsel ergibt, ist — wie wir im weiteren Rietschel entgegenhalten müssen — nicht bloss bei Anwendung der Kohlensäuremethode der Fall. Das Gleiche gilt für die Berechnung nach Maassgabe der Temperatur, und zwar könnte hierbei, je nach den Wärmebedingungen, das Verhältnis der Ventilationsgrösse zum Rauminhalt sogar noch viel geringer ausfallen.

Der Annahme, dass die organischen Ausscheidungsstoffe der Menschen sich mit der Zeit zersetzen und infolgedessen viel unangenehmer riechen, begegnen wir u. A. auch bei Péclet[1]) und Pettenkofer[2]). Von Lang und Wolffhügel[3]) ist dieselbe seiner Zeit zur Deutung der Thatsache herangezogen worden, dass in kleinen Räumen der Eindruck der Luft bei einem höheren Kohlensäuregehalt als 1,0 ‰ noch als ein guter zu bezeichnen ist:

1) Péclet, a. a. O., Bd. III, S. 21.
2) a. a. O, S. 116.
3) a. a. O., S. 628.

»Gerade weil es weniger die Anhäufung frischer Ausdünstungsstoffe als deren Zersetzung zu sein scheint, welche das Wohlbefinden stört und sanitäre Bedenken erregt, halten wir es für zulässig, dass man für kleine Wohnräume und Eisenbahnwagen bezüglich der Grösse des Luftwechsels geringere Anforderungen macht.« Diese Hypothese hat bisher weder eine Zurückweisung noch eine nähere Begründung erfahren.[1])

In Bezug auf die Annahme einer Verschlechterung der Luft durch Zersetzung der organischen Beimengungen bei deren Verweilen im Raume bin ich nachgerade der Meinung, dass diese vorwiegend an denjenigen Ausscheidungsstoffen stattfindet, welche sich an den Wänden niedergeschlagen haben. Diese Ablagerungen kommen hauptsächlich mit der Condensation des Wasserdampfes an den kalten Wänden des Zimmers zu Stande. Die Feuchtigkeitsniederschläge selbst können ausserdem auch die Lebensvorgänge von Mikroorganismen begünstigen, deren Wucherungen die Luft zu verderben geeignet sind, sie bedingen Ausdünstungen aus abgelagertem Staub etc. Um diese Vorgänge auf ein erträgliches Maass zu beschränken, müssen wir nicht bloss auf eine stetige Beseitigung des Wasserdampfes und der anderen gasförmigen Beimengungen der Luft durch die Ventilation abzielen, vielmehr auch anstreben, dass die Umfassungen des zu lüftenden Raumes eine der Luftwärme nahe liegende Temperatur haben, was sich ja auch sonst im Interesse der Bewohner behufs Verhütung einer einseitigen Entwärmung durch Strahlung empfiehlt. Die hier ausgesprochene Forderung wird hygienischerseits mit vollem Recht auch für die Schlafräume geltend gemacht im Gegensatz zu dem im Volksmunde verbreiteten Vorurtheil, dass Kaltschlafen gesund sei.[2]) Die Gesundheitstechnik

1) Für mich besteht kein Zweifel, dass in kleinen Räumen, wie Eisenbahnabtheilen, zudem auch die häufig stattfindende unmittelbare Zuströmung einer fast unvermischten Frischluft die Verhältnisse für die Insassen günstiger gestaltet.

2) Vergl. M. v. Pettenkofer, Populäre Vorlesungen, Braunschweig 1872 (Kleidung, Wohnung und Boden), S. 60; G. Wolffhügel, Heizung, Eulenberg's Handbuch des öffentl. Gesundheitswesens, Berlin 1882, Bd. II, S. 35.

wird, soweit sie ohne Beeinträchtigung wichtigerer Interessen dieser Forderung überhaupt zu genügen vermag, das Ziel erreichen, gleichgiltig, ob wir den Ventilationsbedarf nach der Temperatur oder nach der Kohlensäure feststellen.

Ein anderer Einwand Rietschel's[1]) ist noch der, dass der Geruch, welcher einen ziemlich feinen Maassstab für die Luftbeschaffenheit bilde, je nach dem Reinlichkeitszustand der Menschen im Gegensatz zu der Menge der abgegebenen Kohlensäure erhebliche Unterschiede zeigen könne, der Kohlensäuregehalt also keineswegs einen verlässlichen Ausdruck für die Luftverunreinigung gebe. Ich darf darauf verzichten, auf eine Besprechung dieses Bedenkens hier einzugehen, nachdem an einer früheren Stelle die Forderung der Reinlichkeit als Vorbedingung für den Luftwechsel eingehend erörtert worden ist.

Der Gesichtspunkt, dass die Temperatur, die in einem von Menschen benützten Raume herrscht, einen mächtigen Einfluss auf das Güteverhältnis der Luft ausübt, ist von Seiten der Hygieniker bei jeder Gelegenheit in ausreichendem Maasse gewürdigt und, wie sich leicht nachweisen liesse, schon öfters zur Sprache gebracht worden. Von Rietschel wird der Temperatur eine Bedeutung in dem Sinne beigemessen, dass bei einer hohen Zimmerwärme voraussichtlich auch die Abgabe von Ausscheidungsstoffen an die Luft reichlicher und deren Zersetzung rascher sei, und hervorgehoben, dass auf die Temperatur die Forderung bezüglich des Kohlensäuregehaltes keine Rücksicht nehme. Als ob letzteres ein Mangel wäre! Wir können doch nicht alle unsere Wünsche in Hinsicht der Luftbeschaffenheit in einem Ausdruck, im Kohlensäuregrenzwerth oder im Ventilationsbedarf, vereinigen! Ich halte dafür, dass hygienischerseits der Bedeutung der Temperatur durch die Forderung, dass in bewohnten Räumen die Wärme innerhalb bestimmter enger Grenzen sich halte, in ausreichendem Maasse Rechnung getragen ist. Ja, ich bin überzeugt, dass dieses Vorgehen dem Bedürfnisse mehr entspricht, als die Zusammenfassung der Ansprüche an den Reinlichkeitszustand und

1) a. a. O., S. 234.

die Temperatur der Luft, weil bei der ausschliesslichen Beachtung der Temperaturgrenze die Beschaffenheit der Luft doch recht zu kurz kommen könnte. Wir haben alle Ursache, zu besorgen, dass wir uns in der Wohnungshygiene bei einer Bevorzugung des Vorschlages von Rietschel nur verschlechtern werden —, denn es könnte und würde in praxi doch nicht ausbleiben, dass im Winter die Zufuhr der Frischluft durch Regelung der Heizung oder durch Verzicht auf die Vorwärmung der einzuführenden Luft in einer sanitär unzulässigen Weise beschränkt wird.

Von all den Vortheilen, welche Rietschel sich aus der Aufstellung des Ventilationsbedarfs nach seiner Methode verspricht, tritt keiner so sehr an's Licht, wie die Möglichkeit, dass der Techniker, trotz der anscheinend unter Umständen viel höheren Anforderungen an den Betrag des Luftwechsels, sich die Aufgabe erleichtern und vereinfachen könne und zwar durch zweckmässige Wahl und Anordnung der Beleuchtung, durch angemessene Anlage der Ventilationskanäle und deren Mündungen, durch passende Wahl der Eintrittsgeschwindigkeit und Temperatur der Luft u. s. w.

Bei Zugrundelegung des zulässigen Kohlensäuregehaltes können wir freilich dem Techniker keinen grossen Spielraum lassen. Indess besteht unverkennbar auch hier die Möglichkeit, allzugrosse Ansprüche im Ventilationsbedarf in Berücksichtigung der Grenzen der Ausführbarkeit zu mässigen. Kommt uns doch in gleicher Weise die Wahl einer zweckmässigen Beleuchtung zu Statten und lassen sich günstigere Bedingungen aus den erhöhten Ansprüchen an die Reinlichkeit am Körper, in der Kleidung und im Hause erwarten. Nach meinem Dafürhalten werden wir uns sogar, wenn auch nur von Fall zu Fall, selbst eine Verschiebung der Kohlensäurenorm nach oben gestatten dürfen. Ich selbst habe, als bei den Vorarbeiten zur Aufstellung des Programms für die Heizungs- und Lüftungsanlage des neuen Reichstagsgebäudes über den Ventilationsbedarf verhandelt wurde, eine Mässigung der Forderung für zulässig erklärt unter der Bedingung, dass im Hause Gelegenheit zum Baden ge-

boten würde. Rietschel[1]) hat für die Lüftung von Schulen eine Erhöhung des zulässigen Kohlensäuregehaltes von 1,0 auf 1,5‰ sich gestattet. Da dieses Vorgehen lediglich mit der Schwierigkeit, eine bessere Luftbeschaffenheit unter den gegebenen Verhältnissen einer dichten Besetzung der Schulzimmer zu erreichen, begründet ist, hat es meinen Beifall nicht finden können.

Unter den Mitteln, welche die im Kohlensäuregehalt und dem darnach berechneten Ventilationsbedarf dem Techniker gestellten Aufgaben wesentlich zu erleichtern geeignet sind, ist aber die Fürsorge für eine möglichst reine Beschaffenheit der Zuluft mit obenan zu stellen. Man sollte meinen, dass dies als etwas Selbstverständliches der besonderen Erinnerung nicht bedürfe, — die praktische Erfahrung belehrt uns eines Besseren. In allen Fällen der Lüftung, in welchen die einströmende Luft nicht auf dem kürzesten Wege unmittelbar aus dem Freien kommt, kann die grösste Sorgfalt in der Wahl und Reinhaltung der Entnahmestelle, die beste Fürsorge für die Reinigung der Luft von Staub und Russ die erforderliche Gewähr für eine gute Beschaffenheit der Luft allein nicht geben, wenn nicht gleichzeitig die Frischluft davor geschützt ist, unterwegs, sei es in den luftführenden Kanälen oder der Heizkammer, an ihrer Reinheit einzubüssen.

Wer mit der Praxis Fühlung hält und jede dargebotene Gelegenheit, durch Untersuchung von Ventilationsanlagen den Gesichtskreis zu erweitern, mit Liebe für die Sache wahrnimmt, weiss viel davon zu erzählen, was nicht in Bezug auf die Verunreinigung der Frischluft auf ihren ersten Wegen geleistet wird und was nicht alles vorkommen kann durch Ungeschicklichkeiten in der Anlage, durch Fahrlässigkeit und Dummheit im Betrieb.

So wird nach meinen Beobachtungen bei Feuer-Luftheizungen häufiger, als man glaubt, die Luft in der Heizkammer mit einer aus ihrer Umgebung (vom Keller her) durch undichte Stellen eindringenden Luft verunreinigt, und mengen sich, wenn auch seltener und nur unter besonderen Umständen, der Luft auch Rauchgase, Russ und brenzliche Riechstoffe bei aus schadhaft

---

1) H. Rietschel, Lüftung und Heizung in Schulen, Berlin 1886, S. 45.

gewordenen Theilen des Heizapparates, der Rohrzüge und des Schornsteins.[1]) Undichtheiten (Fugen und Risse) ergeben sich an diesen Heizanlagen namentlich aus der ungleichen Wärmeausdehnung der Materialien, also in der Heizkammer vorwiegend dort, wo Mauerwerk Eisentheile umschliesst (am Feuerungskasten, an den Enden der Rohrzüge). Nur eine aufmerksame Beaufsichtigung der Heizanlage und die sofortige Beseitigung aller und selbst auch kleiner Schäden kann hier die Frischluft vor einer Verunreinigung bewahren.

Eine häufige Quelle der Luftverschlechterung innerhalb der ersten Wege ist erfahrungsgemäss auch die künstliche Befeuchtung. Dass im letzten Jahrzehnt das Interesse für letztere abgenommen hat, ist nicht etwa vorwiegend der Erkenntnis zuzuschreiben, dass die Klagen über eine austrocknende Wirkung der Luft oft übertrieben oder dass die Trockenheit durch brenzliche Producte aus dem auf den Heizflächen versengenden Staub, welche auch das Gefühl von Austrocknen und Kratzen im Halse erzeugen können, nur vorgetäuscht werde. Vielmehr hat wesentlich dabei auch die Erfahrung mitgewirkt, dass die künstliche Befeuchtung den Vortheil, welchen sie zu bringen vermag, durch unangenehme Nebenwirkungen beeinträchtigt, indem dieselbe, wenn nicht mit Geschick und Verständnis bewirkt, der Luft einen eigenartigen, an die Waschküche erinnernden Geruch verleiht. Namentlich habe ich diese Beeinträchtigung der Güte nach dem Ueberlaufen der Verdunstungspfanne und Nasswerden der Rohrzüge sowie des Kaltluftcanals bemerkt. Weiterhin trägt die Befeuchtung zu einer Verschlechterung der Luftbeschaffenheit dadurch bei, dass das in der Heizkammer aufgenommene Wasser während des Anheizens, besonders wenn bei kaltem Wetter der Betrieb einige Tage unterbrochen war, sich an den abgekühlten Wänden und Gegenständen der Räume niederschlägt und so die

1) Wenn in Untersuchungen an Heizanlagen diese Erscheinung nicht öfters zu Tage tritt, so liegt die Ursache des Misserfolgs der Beobachtung mit darin, dass letztere nicht gerade auch in der Zeit stattfindet, wo günstige Bedingungen für das Austreten der Rauchgase nach der Heizkammer vorhanden sind, nämlich wo der Zug im Schornstein schwach, die Heizkammer aber noch warm genug ist, um eine lebhafte Luftbewegung zu unterhalten.

Entstehung von Gerüchen veranlasst. Diese und andere Erfahrungen mehr haben mir, wie ich gestehen muss, den Nutzen, welchen ich dem Verfahren der künstlichen Befeuchtung der Luft entgegen dem dieselbe ganz verwerfenden Urtheil Anderer innerhalb gewisser Grenzen beimesse[1]), wiederholt in einem wenig günstigen Lichte erscheinen lassen. In ähnlicher Weise können unangenehme Nebenwirkungen aus der Anwendung des Wassers bei der Reinigung der Luft von Staub entstehen.

Es ist keine Frage, man hat die Nachtheile des verminderten Wassergehaltes der Luft früher überschätzt und muss nunmehr jeder Uebertreibung im künstlichen Befeuchten der Luft Einhalt gebieten. Aber unter dem Eindrucke dieser Erkenntnis ist in der Folge auch das Interesse für die Verhütung des Entstehens von Riechstoffen und kratzenden Producten der trockenen Destillation aus dem auf den Heizflächen niedergeschlagenen Staub, wie ich meine, auch etwas übertrieben worden. Erst vor Kurzem hatte ich wieder Gelegenheit hierauf aufmerksam zu werden, als ich bei Begutachtung der Vorarbeiten für die Lüftungs- und Heizungsanlage der neuen grossen Krankenanstalt der Stadt Nürnberg einen Widerstreit der Meinungen darüber vorfand, ob man die Zuluft mit Dampf-Niederdruckheizung erwärmen dürfe. Es war zu Gunsten der Warmwasser-Niederdruckheizung und zum Nachtheil der Dampf-Niederdruckheizung geltend gemacht worden, dass bei letzterer wegen der hohen Heizflächen-Temperatur sich aus Staub brenzliche Producte bilden.

---

1) Inwieweit ich dem künstlichen Befeuchten der Luft bei Ventilations-Heizungen einen Werth zuerkenne, habe ich in der mehrerwähnten Abhandlung »Heizung« (Eulenberg's Handbuch des öffentlichen Gesundheitswesens, Berlin 1882, Bd. II, S. 47 bis 51) dargelegt. Da mich F. Fischer (Dingler's polytech. Journal, Bd. 258 (1885) S. 415) zu den Vertretern des Vorwurfes, dass die Feuerluftheizung durch grosse Trockenheit der Luft belästigend wirke, gerechnet hat, darf ich noch auf S. 91 hinweisen, wo es heisst: ». . . . . man macht ihr zum Vorwurf, dass sie die Luft überhitze und austrockne, derselben übelriechende Dünste und schädliche Gase beimenge und Staub und Russ in's Zimmer führe. Dieser Tadel kann, so weit er überhaupt begründet ist, nicht das Prinzip dieser Heizart treffen, sondern nur eine mangelhafte Ausführung oder einen schlechten Betrieb der Einrichtung u. s. w.«

Wenn ich auf Grund von Ermittelungen[1]), die ich im Jahre 1880 und früher im Anschlusse an Untersuchungen über die Entstehung von Kohlenoxyd angestellt habe, die Meinung theilen darf, dass eine Temperatur der Heizfläche von 100° schon hinreicht, um aus Staubablagerungen Riechstoffe zu entbinden, muss ich doch davor warnen, hier dem experimentellen Befund eine ausschlaggebende Bedeutung beimessen zu wollen, damit nicht theoretische Erwägungen zu ähnlichen Verirrungen führen, wie seiner Zeit in der Kohlenoxydfrage.[2]) Wohl mag Boubnoff[3]) die fragliche Temperatur, bei der am Staub die trockene Destillation beginnt, noch niedriger liegend gefunden haben, als ich und in Uebereinstimmung mit mir J. Fodor[4]). Aber selbst, wenn wir die Beobachtung von Boubnoff, dass Staub schon bei 70° Geruch entwickelt hat, als eine für jeden Staub und alle Verhältnisse geltende Erscheinung verallgemeinern dürften, fehlt meines Erachtens dennoch die Berechtigung, auf diese experimentelle Thatsache hin der Technik die bindende Vorschrift zu ertheilen, dass die höchste zulässige Heizflächentemperatur in keinem Falle mehr als 70° betragen soll.

Allein schon die Erfahrung, dass in Krankenanstalten und Wohngebäuden, welche Dampf-Niederdruckheizung haben, die Beschaffenheit der Luft durch den in Rede stehenden Vorgang nicht in merklicher Weise verschlechtert wird, sollte daran erinnern, dass bei der Staubablagerung auf den Heizkörpern die Verhältnisse doch etwas anders liegen als im Laboratoriumsversuch. Die Anordnung des Experimentes nähert sich mehr dem Zustande im Anfang der Heizperiode, wenn die Reinigung der Heizflächen versäumt worden war. Anders aber, wenn der Heizkörper nach Vorschrift reingehalten wird. Es sind dann keine so reichlichen

---

1) Vergl. »Heizung« S. 45.

2) Vergl. Zeitschrift für Biologie, Bd. XIV (1878), S. 506.

3) Nach Angabe des sich auf Boubnoff berufenden Technikers ist dessen Arbeit mitgetheilt in Erismann's Gesammelte Arbeiten aus dem hygienischen Laboratorium der Moskauer Universität (wahrscheinlich Bd. III, 1890).

4) Vortrag am 16. September 1881 (Wien), vergl. Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege, Bd. XIV (1882) S. 120.

Staubmengen, welche mit der Heizfläche in Berührung kommen. Der sich niederschlagende Staub wird auch nur vorübergehend Riechstoffe entbinden können, denn dieser Vorgang ist in seiner Ergiebigkeit von der gegebenen Temperatur abhängig und keineswegs eine unerschöpfliche Quelle der Luftverunreinigung wie etwa die Lebensäusserungen der Bewohner. Von den praktischen Verhältnissen weicht aber das Experiment auch darin wesentlich ab, dass bei ersteren — namentlich wo die Heizanlage zur Erwärmung der Zuluft dient — die entstehenden Riechstoffe auf grosse Luftmassen sich vertheilen.

Da überdies es sich bei dieser Möglichkeit einer geringfügigen Verminderung der Güte der Luft auch nicht um gesundheitsschädliche Beimengungen handelt, vermag ich das gegenüber der Dampf-Niederdruckheizung geäusserte Bedenken als ein schwerwiegendes nicht anzuerkennen, — wenn ich auch sonst gern der Warmwasserheizung den Vorzug vor ihr einräume, dass sie auf den abgelagerten Staub nicht einwirkt und bei richtiger Anlage in der Wärmeabgabe leichter zu regeln ist.

Wir verdanken es der Anregung, welche Herm. Fischer und J. Fodor als Berichterstatter des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege auf der Jahresversammlung zu Wien (1881) gegeben haben, dass heutzutage es nicht an Einsicht für die Nothwendigkeit fehlt, die Heizflächen thunlichst staubfrei zu halten. Es ist für den Betrieb der unter Staatsaufsicht stehenden Heizanlagen eine von Zeit zu Zeit regelmässig wiederkehrende Reinigung der Heizflächen vorgeschrieben[1]) und auch die Forderung aufgestellt, dass die Heizkörper gut zugänglich, die Heizkammern dafür hinreichend geräumig und auch — wenn angängig, mit Tageslicht — beleuchtet sein müssen. Umsomehr ist es zu beklagen, wenn trotz dieser anerkennenswerthen Fürsorge jetzt immer noch Heizanlagen bestehen können, welche diesen berechtigten Ansprüchen nicht genügen, vielmehr zum wenigsten etwas von der Kunstfertigkeit des Schlangenmenschen im Circus bei dem mit der Reinigung der Heizflächen oder einer Prüfung der Heizanlage Beauftragten voraussetzen.

1) In Preussen seit dem Jahre 1883.

Die Anwendung der Pettenkofer'schen Norm setzt voraus, dass ausser den Bewohnern im Zimmer andere Kohlensäurequellen nicht vorhanden sind, bezw. dass der Antheil der letzteren in Rechnung gesetzt, also bei Beurtheilung der Luft vom gefundenen Kohlensäuregehalte entweder in Abzug oder zum Grenzwerth in Zuschlag gebracht wird. Sollte z. B. die Luft beleuchteter Wohn- oder Versammlungsräume nach dem Kohlensäuregehalte beurtheilt werden, so kann dies nicht geschehen ohne Beachtung der von der Beleuchtung entwickelten Kohlensäure.

Pettenkofer hat in Gutachten[1]) als Vorschrift für die Beurtheilung der Luft empfohlen, dass der Kohlensäuregehalt am Tage, solange nur die Athmung der Bewohner die Kohlensäure liefere, nicht über 1‰ und bei Nacht, wenn die Kohlensäure aus der Beleuchtung noch hinzutritt, aus beiden Kohlensäurequellen zusammen nicht über 2‰ betragen soll. Bei diesem Vorschlag ist als selbstverständlich vorausgesetzt, dass für die Beleuchtung keine ungeeigneten Materialien verwendet werden und die Apparate auch gut im Stande sind, dass also aus dem Verbrennungsvorgang nicht mehr wie gewöhnlich verunreinigende Beimengungen an die Luft abgegeben werden. Wie ich glaube annehmen zu dürfen, hat Pettenkofer hier zunächst nur für den besonderen Fall und durch ein dringendes Bedürfnis der Praxis veranlasst, einen Anhaltspunkt für die Beurtheilung des Reinlichkeitszustandes der Luft in beleuchteten Räumen zu geben versucht, ohne dessen allgemeine Verwerthbarkeit bezw. Anerkennung als genaues Maass in Anspruch nehmen zu wollen. An die Benützung dieser Zulässigkeitsgrenze als Unterlage für die Berechnung des Ventilationsbedarfs beleuchteter Räume ist, wie mir scheint, nicht gedacht worden.

Von Erismann[2]) ist auf Grund seiner Beobachtungen 0,7‰ als die Maximalzahl für den Kohlensäuregehalt bezeichnet worden,

1) Gutachten vom 2. December 1873, betr. den Entwurf von Bestimmungen über die Einrichtung von Erziehungsinstituten (vergl. die Besprechung von G. Wolffhügel, Aerztl. Intelligenzblatt 1875, Nr. 33); Gutachten vom 13. Februar 1883, betr. die Ventilation des Odeon-Saales (vergl. Jahresbericht der Untersuchungsstation des hygien. Instituts, München 1885, S. 72).

2) Zeitschrift f. Biologie, Bd. XII (1876), S. 333.

welche nicht überschritten werden soll, wenn man irgend eine Garantie für die Reinheit der Luft haben will. Dabei war keineswegs die sanitäre Begrenzung im Sinne des von Pettenkofer für die Athmungs-Kohlensäure aufgestellten Werthes beabsichtigt. Hatte sich doch Erismann auf seine Untersuchungen hin zu der Meinung bekannt, »dass die in der Luft vorhandene Kohlensäuremenge bei den verschiedenen Arten der künstlichen Beleuchtung nicht als Maassstab der Verunreinigung der Luft durch die Producte der unvollständigen Verbrennung angesehen werden kann«, und es kaum denkbar sei, »dass eine so geringe Beimischung von Verbrennungsgasen zur Athemluft einen schädlichen Einfluss auf die Gesundheit ausüben könne«. Man könne im Allgemeinen sagen, »dass in hinlänglich ventilirten Räumen durch die künstliche Beleuchtung die Luft nicht in gesundheitsschädlichem Grade verunreinigt wird, wenn die Beleuchtungsmaterialien selbst vor ihrer Anwendung auf den möglichsten Grad von Reinheit gebracht worden sind«.[1])

Weder die Ergebnisse der Versuche von Erismann, noch die neueren experimentellen Erfahrungen von F. Fischer[2]), E. Cramer[3]), M. Rubner[4]) können uns dazu berechtigen, dass wir der aus der Beleuchtung herkommenden Kohlensäure die gleiche symptomatische Bedeutung wie der Athmungs-Kohlensäure zuerkennen. Auch geben dieselben nicht der Erwartung Raum, dass für die Beurtheilung einer durch die Beleuchtung verunreinigten Luft je eine allgemein verwerthbare Grenzzahl aufgestellt werden kann. Dass aber eine solche Norm für den Kohlensäurezuwachs aus der Beleuchtung, falls wir sie besässen, keineswegs für den allgemeinen Gebrauch geeignet sein, vielmehr nur dann unmittelbare Anwendung finden dürfte, wenn die in Rede stehenden zwei Kohlensäurequellen in Bezug auf ihre

1) Vergl. a. a. O., S. 332, 344, 346.

2) Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege, Bd. XV (1883), S. 619; Zeitschrift f. angewandte Chemie, 1891, S. 114 u. 622.

3) Archiv f. Hygiene, Bd. X (1890) S. 283.

4) Vergl. M. Rubner, Lehrbuch d. Hygiene, Leipzig-Wien 1891, 4. Aufl., S. 209 u. 242.

Ergiebigkeit in einem bestimmten, stets wiederkehrenden Verhältnisse zu einander stünden, dies könnte selbstverständlich erscheinen.[1])

Wir können übrigens die Betheiligung der Beleuchtung am Kohlensäuregehalte der Luft von Fall zu Fall durch Kohlensäurebestimmungen und Rechnung annähernd ermitteln. Es geschieht dies unter Verwerthung des Ausdrucks

$$y = \frac{k}{p-q}$$

durch Einsetzen von Zuschlägen für die Beleuchtung und zwar von k_1 für die Kohlensäurelieferung und von p_1 für den hierdurch bedingten Kohlensäuregehalt der Zimmerluft. Auf diese Weise würde die Formel für beleuchtete und von Menschen benutzte Räume

$$y = \frac{k + k_1}{p + p_1 - q}$$

lauten, woraus sich der Antheil der Beleuchtung am Kohlensäuregehalt der Zimmerluft berechnet mit

$$p_1 = \frac{k + k_1}{y} - (p - q).$$

Die Werthe von k, k_1, p und q dürfen als bekannt vorausgesetzt, dagegen müsste y als Ventilationsgrösse mit Hilfe von Kohlensäurebestimmungen ermittelt werden, wodurch allerdings das Verfahren etwas umständlich wird.

Man wird es daher zumeist vorziehen, mit der Gleichung

$$k : k_1 = p : p_1$$

p_1 zu ermitteln, was für die Bedürfnisse der Praxis auch genügen könnte.

1) Da sowohl die Flammenzahl der Beleuchtung als auch die Kopfzahl der im Raume anwesenden Personen, namentlich aber die letztere, grossen Schwankungen unterliegt, kann die Anwendung der von Pettenkofer getroffenen Erhöhung des zulässigen Kohlensäuregehaltes für den Abend leicht zu Fehlern Anlass geben, wie man sich aus der Berechnung der zu erwartenden Verhältnisse für einen gegebenen Fall überzeugen kann.

Gestützt auf die Erfahrungen von Erismann habe ich es nicht für nöthig erachtet, die Beleuchtung bei Feststellung des Ventilationsbedarfes besonders zu berücksichtigen, vielmehr nur gedacht, den Ueberschuss an Luftzufuhr, der durch weniger günstige Annahmen für die Werthe k und q der Formel gewonnen wird, für die Beseitigung der durch Beleuchtung und derartige unvermeidliche Quellen enstehenden Verunreinigung der Luft aufzuwenden.[1] Andere dagegen, z. B. Flügge[2]), haben den vollen Betrag der aus der Beleuchtung zu erwartenden Kohlensäure (k_1) zu der Kohlensäurelieferung aus der Athmung (k) ohne weiteres hinzugefügt. Die Frage, ob gleichzeitig dem Grenzwerth (p) ein Zuschlag für die Beleuchtung (p_1) zu geben sei, hat C. Lang[3]) in einer bezüglichen Erörterung verneint, indem er dieses Vorgehen glaubt insolange für unthunlich erachten zu müssen, als nicht durch besondere experimentelle Ermittelungen die Kohlensäurenorm für eine jede Beleuchtungsart eigens festgestellt sei.

Wie sehr die Ergebnisse der Rechnung von einander abweichen, je nachdem man in der einen oder anderen Weise vorgeht, will ich an einem bestimmten Falle zeigen, wobei wieder die Verhältnisse meines früheren Hörsaales der Berechnung des Ventilationsbedarfs zu Grunde gelegt werden sollen. Der Raum hat 35 qm Grundfläche, kann bis 25 Personen aufnehmen und ist mit 7 Argandflammen beleuchtet. Die stündliche Kohlensäureabgabe der Menschen wollen wir zu 18 l per Kopf, die der Gasbeleuchtung im Ganzen (k_1) zu 480 l annehmen[4]) und den gewöhnlichen Verhältnissen entsprechend nur die Besetzung des Raumes, nicht die Flammenzahl sich ändern lassen. Es sei $p = 1\,‰$, $p_1 = 1\,‰$ und $q = 0{,}4\,‰$. Das Ergebnis der Berechnung ist in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

1) Vergl. »Prüfung von Ventilationsapparaten«, S. 13.

2) C. Flügge, Lehrbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden, Leipzig 1881, S. 499.

3) C. Lang, Ueber natürliche Ventilation, Stuttgart 1877, S. 24.

4) Nach F. Fischer (Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege, Bd. XV [1883] S. 620) ist bei Argandflammen für eine Helligkeit von 100 Kerzen die Kohlensäureabgabe zu 0,46 cbm anzunehmen.

Personenzahl	Stündliche Kohlensäureabgabe der Menschen (k)	Stündliche Kohlensäureabgabe der Beleuchtg. (k_1)	Stündliche Kohlensäureabgabe der zusammen ($k+k_1$)	Ventilationsbedarf berechnet nach der Formel I $y = \frac{k}{p-q}$	II $y = \frac{k+k_1}{p-q}$	IIIa $y = \frac{k+k_1}{(p+p_1)-q}$ wenn $p_1 = 1^0/_{00}$	IIIb wenn $p_1 = \frac{k_1 p}{k}$
	l	l	l	cbm	cbm	cbm	cbm
5	90	480	570	150	950	356	96
10	180	480	660	300	1100	413	202
15	270	480	750	450	1250	469	315
20	360	480	840	600	1400	525	435
25	450	480	930	750	1550	581	557

Für den Ventilationsbedarf erhalten wir sonach je nach der Berechnungsweise ausserordentlich grosse Abweichungen. Im Allgemeinen erweisen sich die Ansprüche, welche die Beleuchtung an den Luftwechsel stellt, in dem Falle, dass ohne Erhöhung des Grenzwerthes gerechnet wird, als sehr hohe, und namentlich muss bei schwacher Besetzung des Raumes der Ventilationsbedarf am Abend im Verhältnisse zu der am Tage erforderlichen Luftzufuhr uns fast etwas ungeheuerlich erscheinen. Unsere Rechnungsergebnisse sind weiterhin geeignete Beläge für die oben vertretene Auffassung, dass man zur Feststellung des zulässigen Kohlensäuregehaltes in beleuchteten Räumen den Zuschlag nach Maassgabe des wechselnden Verhältnisses der beiden Kohlensäurequellen berechnen muss. Aber sie lehren auch, dass selbst ein auf die vorgeschlagene Weise von Fall zu Fall rechnerisch ermittelter Werth für p_1 ebensowenig wie die Pettenkofer'sche Grenzzahl für die Beurtheilung der Luft in beleuchteten Räumen ($p + p_1 = 2^0/_{00}$) als Unterlage zur Berechnung des Ventilationsbedarfs zu gebrauchen ist; es kann deren Anwendung zu dem paradoxen Ergebnisse führen, dass am Abend die erforderliche Luftzufuhr weniger beträgt als am Tag.

Wir wollen nun zusehen, ob die Verunreinigung, welche die Luft bewohnter Räume aus der Beleuchtung erfährt, in der That eine so erhebliche ist, dass es unerlässlich erscheinen muss, dieselbe im Ventilationsbedarf besonders zu bedenken.

Die hier in Betracht kommenden Arten der Beleuchtung, in welchen das Licht aus der Verbrennung von Gasen, Oelen, Stearinsäure u. s. w. erhalten wird, nehmen den Sauerstoffgehalt der Luft in Anspruch und geben als Verbrennungsproducte Kohlensäure und Wasser ab. In der Regel kann weder die Herabsetzung des Sauerstoffgehaltes noch die Anreicherung der Luft mit Kohlensäure ein bedrohliches Maass erreichen, — übrigens sind auch die Flammen selbst gegenüber dem Sauerstoff- und Kohlensäuregehalte der Luft empfindlich, sie brennen trübe, sobald deren Zusammensetzung eine ungeeignete wird, und können so vor der Gefahr warnen. Eher wird die Beleuchtung durch Ueberladung der Luft mit Wasserdampf in Verbindung mit der Temperatursteigerung und Wärmestrahlung Störungen im Wohlbefinden mit hervorrufen, da sie die Entwärmung des menschlichen Körpers erschwert. In dieser Richtung macht namentlich auch die Gasbeleuchtung sich leicht in unangenehmer Weise bemerkbar.

Neben Kohlensäure und Wasser nimmt die Luft aus der Beleuchtung Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffe auf. Unter normalen Verhältnissen ist indess die Menge dieser Producte unvollständiger Verbrennung äusserst gering. Dieselben treten bei unruhiger (flackernder) Flamme mehr oder weniger in die Erscheinung, dagegen hat man von Brennern, deren Flamme geschützt ist, eine Verunreinigung der Luft durch Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffe nicht zu befürchten, vorausgesetzt, dass für sie nicht ungeeignetes Beleuchtungsmaterial verwendet wird. Petroleumlampen liefern Kohlenwasserstoffe, wenn die Flamme zu hoch oder zu niedrig eingestellt oder der Brenner nicht rein gehalten ist.[1]) Aber mit solchen ungehörigen Zuständen und Fehlern haben wir hier nicht zu rechnen, ebensowenig wie mit der Möglichkeit des Ausströmens von Leuchtgas aus der Leitung, — wir müssen gegen diese Vorkommnisse in einer geeigneteren Weise als durch Vermehrung der Luftzufuhr ankämpfen.

Weiterhin kommt es zu Verunreinigungen der Luft durch Auftreten von schwefeliger Säure bezw. Schwefelsäure bei der

1) Vergl. Ferd. Fischer, Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege, Bd. XV (1883) S. 621.

Beleuchtung mit Petroleum, Leuchtgas und Stearin. Petroleum kann infolge ungenügender Beseitigung der im Raffinationsverfahren verwendeten Schwefelsäure noch Beimengungen der letzteren und daneben auch noch von den im Rohöle vorhandenen schwefelhaltigen Verbindungen enthalten, Leuchtgas wird mit Schwefelkohlenstoff und organischen Schwefelverbindungen, selten noch mit Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium in nennenswerther Menge verunreinigt gefunden. Im Stearin ist, wie man annimmt[1]), vom Herstellungsverfahren häufig noch etwas Schwefelsäure zurückgeblieben. Es handelt sich hierbei um Verunreinigungen der Beleuchtungsstoffe, welche nach Maassgabe des heutigen Standes der Technik, wenn auch nicht vollständig, so doch zu gutem Theil zu vermeiden sind, sei es durch bessere Auswahl des Rohmaterials oder durch grössere Sorgfalt in der Anwendung der Reinigungsverfahren. Die aus dieser mangelhaften Beschaffenheit der Beleuchtungsstoffe beim Verbrennungsvorgang zu erwartenden Luftverunreinigungen werden nur im Falle eines Uebermaasses der gedachten Beimengungen für die Gesundheit des Menschen von Nachtheil sein, sie sind in diesem Falle auch schädlich für Thiere und Pflanzen und selbst für Gegenstände, wie Papier (Drucksachen und Bücher), Fenstervorhänge u. dergl. Bei normalem Verbrennungsvorgang entsteht schwefelige Säure, welche sich bei Vorhandensein von Wasser alsbald zu Schwefelsäure umsetzt; im zurückgeschlagenen Brenner bildet sich Schwefelwasserstoff.[2])

Vor einer Ueberschreitung der Grenze des Zulässigen kann uns die Eigenthümlichkeit, dass das Vorhandensein schwefelhaltiger Beimengungen sich durch übele Eigenschaften beim Brennen (z. B. bei Petroleum durch Verkohlen des Dochtes, trübe Flamme, unangenehme Dämpfe) bemerkbar macht, nur zum Theil bewahren. Es darf aber nichtsdestoweniger der Ventilation die Aufgabe nicht gestellt werden, diese Luftverunreinigungen, soweit sie vermeidbar sind, zu beseitigen. Ich kann mir von einer Beaufsichtigung der

1) Vergl. E. Cramer, Archiv f. Hygiene, Bd. X (1890) S. 322.

2) Vergl. Fr. Böckmann, Chemisch-techn. Untersuchungsmethoden, Berlin 1893, 3. Aufl., Bd. I, S. 960.

Beschaffenheit des Beleuchtungsmaterials und der Beschränkung des Schwefelgehaltes (namentlich im Leuchtgas) auf eine gesetzlich bestimmte Zulässigkeitsgrenze hierin mehr Nutzen versprechen, als von dem Vorhaben, dagegen mit der Ventilation ankämpfen zu wollen. In England[1]) ist eine gesetzliche Regelung in gedachter Hinsicht für das Leuchtgas längst eingeführt und beträgt die Grenze 0,57 g Schwefel im Cubikmeter Leuchtgas, wobei ein Gehalt an Schwefelwasserstoff ausdrücklich ausgeschlossen ist. Diese Norm ist anscheinend noch zu milde; nach F. Fischer[2]) darf ein gereinigtes Leuchtgas nicht mehr wie 0,3 bis 0,4 g Schwefel im Cubikmeter enthalten; von Schwefelwasserstoff soll das Gas vollständig gereinigt sein.

Auch in Bezug auf den Ammoniakgehalt erscheint eine Beaufsichtigung der Beschaffenheit des Leuchtgases dringend angezeigt. Im Steinkohlengas wird nur bei Unregelmässigkeiten im Betrieb der Gasanstalt mehr als 0,17 g Ammoniak im cbm gefunden[3]), nach Rubner[4]) wird gutes Steinkohlengas selten mehr als 0,15 g Ammoniak im cbm enthalten. Nach einer Angabe von Gunning soll das im Leuchtgas vorhandene Ammoniak nur wenig oder gar nicht vom Verbrennungsvorgang berührt werden[5]), Andere hingegen nehmen an, dass dasselbe zu gutem Theil in der Flamme oxydirt werde.[6]) Bei russender Flamme entsteht aus Ammoniak etwas Cyanammonium.[7])

Aus der geringen Menge Ammoniak welche auch in gutem Leuchtgas noch gefunden wird, haben wir gesundheitsschädliche Wirkungen nicht zu besorgen. Eine grössere Bedeutung nach

1) Vergl. Poleck, Zeitschrift f. analyt. Chemie, Bd. XXII (1883) S. 172, und Drehschmidt in O. Dammer's Lexikon der Verfälschungen, Leipzig 1885, S. 513.

2) R. v. Wagner u. F. Fischer, Handbuch d. chem. Technologie, Leipzig 1889 (13. Aufl.), S. 103.

3) Vergl. G. F. Schaar, Kalender für Gas- und Wasserfach-Techniker, München-Leipzig 1889, S. 36.

4) M. Rubner, Lehrbuch d. Hygiene, Leipzig-Wien 1891 (4. Aufl.), S. 226.

5) Dingler, Polyt. Journal, Bd. 188 (1868) S. 323.

6) G. F. Schaar, a. a. O., S. 35.

7) de Romilly, Comptes rendus, Bd. 65 (1867) S. 867.

dieser Richtung wird der Untersalpetersäure beigelegt, welche die Leuchtflamme nicht sowohl aus stickstoffhaltigen Bestandtheilen des Beleuchtungsmaterials als auch aus dem Stickstoff der in den Verbrennungsvorgang eintretenden atmosphärischen Luft bilden kann (Rubner.[1]) Der Entstehung von Oxydationsproducten des Stickstoffs, von Untersalpetersäure, salpetriger Säure und Salpetersäure, welch letztere beim Vermengen von Stickstofftetroxyd mit Wasser auftreten, ist namentlich bei Untersuchung der Luftverunreinigung durch Gasbeleuchtung in den letzten Jahren Aufmerksamkeit geschenkt worden; mit der hygienischen Seite des Gegenstandes haben sich ausser Rubner noch C. Wurster[2]), E. Cramer[3]), A. v. Bibra[4]) u. A. befasst. Zu einer abschliessenden Klärung der Frage nach dem Grade der Gesundheitsschädlichkeit dieser Beimengungen der Luft beleuchteter Räume bedarf es entschieden noch weiterer experimenteller Unterlagen und namentlich einer streng quantitativen Betrachtung des Gegenstandes unter normalen Verhältnissen in beleuchteten und von Menschen benützten Räumen. Nach meiner Erwartung wird sich in überzeugender Weise kaum darthun lassen, dass unter normalen Bedingungen der Gasbeleuchtung in einem einigermaassen gut ventilirten Raume in der That der Gehalt an den in Rede stehenden stickstoffhaltigen Verbrennungsproducten einen Betrag erreichen kann, den wir als schädlich für die menschliche Gesundheit anzusehen haben.

Wenn wir die vermeidlichen Luftverunreinigungen durch Beleuchtung, weil deren Beseitigung der Ventilation nicht zufallen kann, ausser Betracht lassen, so bleiben nach vorstehender Darlegung noch einige Verbrennungsprodukte der Leuchtflammen übrig, welche zum Theil an und für sich als gleichgültig, zum Theil in der Verdünnung, in welcher sie der Berechnung zufolge

1) Zeitschrift f. Biologie, Bd. XXI (1885) S. 273; vergl. auch M. Rubner, Lehrbuch d. Hygiene, Leipzig-Wien 1891, 4. Aufl., S. 247.

2) Casimir Wurster, Die Temperaturverhältnisse der Haut und deren Beziehungen zum Stoffwechsel, zu Erkältung und Katarrh, Berlin 1887, S. 15; Papier-Zeitung 1887, 62.

3) Archiv f. Hygiene, Bd. X (1890) S. 323.

4) Archiv f. Hygiene, Bd. XV (1892) S. 216.

in gelüfteten Räumen auftreten, kaum als nachtheilig zu erachten sind. Ich kann mich deshalb auch heute, nachdem die Erkenntnis des Gegenstandes durch die genannten Arbeiten aus den letzten 10 Jahren eine wesentliche Förderung erfahren, noch ebensowenig wie früher dazu entschliessen, dem Verlangen das Wort zu reden, dass die Beleuchtung bei Aufstellung des Ventilationsbedarfs neben der für den Menschen erforderten Luftmenge in einem nach Maassgabe ihrer Kohlensäureabgabe berechneten Betrage noch besonders in Rechnung gestellt werde. Selbst auf die Gefahr hin, dass man mich des Preisgebens wichtiger hygienischer Interessen zeihen wollte, ziehe ich es vor, bei der früheren Stellungnahme bis auf Weiteres zu verharren, da zugleich auch die Erfahrung für mich maassgebend sein darf, dass die Sache mehr gefördert und in der Praxis mehr erreicht wird, wenn man strenge darauf hält, dass der Forderung des Ventilationsbedarfs für den Menschen Genüge gethan wird, im Uebrigen aber dem Techniker die an sich so schwierige Aufgabe der Lüftung dicht besetzter Räume nicht noch durch die in Rede stehende Vermehrung der Ansprüche erschwert. Zu dieser Auffassung kann ich mich indessen derzeit, nachdem inzwischen das Beleuchtungswesen erfreulicher Weise so bedeutsame Fortschritte gemacht hat, noch eher wie zuvor bekennen.

Unter diesen Verhältnissen erachte ich es unbedingt für zweckmässiger, in den Einrichtungen für die Beleuchtung den Angriffspunkt für die Maassnahmen zur Sicherung einer guten Luftbeschaffenheit zu suchen. Soweit nicht schon der gesteigerte Wettbewerb der verschiedenen Beleuchtungsarten einen wohlthätigen Einfluss auf die Vervollkommnung des Materials und der Apparate zur Beleuchtung ausübt, muss die Hygiene ihre Ansprüche im Sinne des bisher Besprochenen mit mehr Nachdruck wie bisher geltend machen. Im Uebrigen aber werden wir zum wenigsten für die Fälle, in welchen besondere Vorkehrungen gegen die Verschlechterung der Luftbeschaffenheit aus der Beleuchtung angezeigt erscheinen, nur solche Beleuchtungsarten, die wenig oder gar nicht durch Verunreinigung der Luft und durch Temperaturerhöhung bezw. Wärmestrahlung lästig werden, wählen oder doch Anordnungen

treffen lassen, durch welche diese Nebenwirkungen der Beleuchtung auf ein erträgliches Maass herabgesetzt werden.

Für letztere Aufgabe gibt es zwei Wege der Lösung, man hat die Wahl, für die Verbrennungsgase, wie bei der Siemens-Lampe, besondere Abzugscanäle vorzusehen oder Rietschel's Vorschlag anzunehmen. Nach letzterem ist die Beleuchtung nicht nur möglichst hoch anzuordnen, sondern auch — namentlich in Fällen, wo dies angängig und nöthig erscheint, in hohen, dicht besetzten Räumen — die Lüftung nach Zonen zu trennen, so dass für die Beleuchtungszone in gleicher Weise besondere Zu- und Abluftcanäle herzustellen sind wie für die Zone, in der die Menschen sich aufhalten. Wenn Rietschel für derartige Verhältnisse den Luftbedarf unter Zugrundelegung einer Temperaturgrenze berechnen will, so ist hygienischerseits mit Rücksicht auf die Besonderheit der Umstände wenig dagegen einzuwenden.

Wir haben bisher in der Hygiene uns von der Auffassung leiten lassen, dass es Aufgabe der Lüftung sei, die unvermeidliche Verunreinigung der Luft durch gasförmige Ausscheidungsstoffe aus den bewohnten Räumen unvermerkt zu beseitigen, während zur Regelung der Wärmeverhältnisse andere Mittel zu Diensten stehen. Es ist, wie ich glaube nachgewiesen zu haben, kein Grund vorhanden, von dieser Lehre Pettenkofer's abzugehen und uns zu Rietschel zu bekennen. Wir haben aber umso weniger hierzu Ursache, weil Rietschel selbst zugesteht, dass die hygienische Erkenntnis sich nicht von technischen und finanziellen Schwierigkeiten beeinflussen lassen kann, und auch zugibt, dass der Technik eine ganze Reihe Mittel zur Erfüllung der Aufgabe zu Gebote stehen.[1]) In seinem in amtlichem Auftrage verfassten jüngsten Werke[2]) hat Rietschel zu unserer Freude der Berechnung des Ventilationsbedarfs nach dem Kohlensäuregehalt mehr Recht eingeräumt, als nach der ersten Mittheilung über die andere Methode zu erwarten war. Wir dürfen dies umso höher anschlagen, als sich von hygienischer Seite die Kritik mit der

1) a. a. O., S. 234 u. 236.
2) H. Rietschel, Leitfaden, S. 8 bis 13.

letzteren meines Wissens noch nicht befasst hat. Rietschel lässt jetzt die Berechnung nach Maassgabe einer Kohlensäuregrenze für alle diejenigen Räume anwenden, in denen sich eine grosse Anzahl Menschen am Tage dauernd aufzuhalten hat (Schulen, Lehranstalten). Die Bestimmung der Grösse des erforderlichen Luftwechsels nach Maassgabe der Wärmeabgabe sei hauptsächlich für Räume anzuwenden, in welchen sich eine grosse Anzahl Menschen besonders am Abend versammeln (Theater, Concertsäle, Versammlungsräume).

Untersuchung über die chemische Zusammensetzung eines Wasserbacillus.

Von

Dr. med. **Toyosaku Nishimura**
aus Japan.

(Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.)

In den letzten 10 Jahren sind eine Reihe von Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung in Reincultur gezüchteter Bacterien veröffentlicht. Abgesehen von einigen wenigen, welche sich mit der Darstellung der Eiweissstoffe oder der die Membrån bildenden Substanzen beschäftigen, beschränken sich die meisten auf eine summarische Ermittelung des Wassergehalts, der Trockensubstanz, des Alkohol- und Aetherextracts, der anorganischen Bestandtheile, der procentischen Zusammensetzung der getrockneten resp. der mit Alkohol und Aether extrahirten Bacterien. Einige neuere Arbeiten (Cramer[1]) suchen festzustellen, ob die Zusammensetzung der Bacterien eine constante ist oder von Züchtungstemperatur, Wachsthumsdauer, Nährboden beeinflusst wird.

Die Untersuchungen, über welche im Folgenden berichtet werden soll, wurden in der Absicht unternommen, zu ermitteln, ob die wesentlichen Bestandtheile der Zellen, welche von Kossel[2]) kürzlich als »primäre Stoffe« zusammengefasst wurden, d. h. Eiweisskörper und Nucleïne, Lecithine, Cholesterine, anorganische Stoffe, sich auch sämmtlich in den Bacterien nachweisen lassen. Da man sie bisher in allen entwickelungsfähigen Zellen des Thier-

1) Arch. f. Hyg., Bd. XIII, S. 71 u. Bd. XVI, S. 151.
2) Verh. d. phys. Ges. zu Berlin, 1890/91, Nr. 5 u. 6.

und Pflanzenreichs, soweit darauf untersucht worden ist, angetroffen hat, war allerdings a priori nicht zu bezweifeln, dass sie auch in den Bacterien vorkommen; doch musste der Beweis, wenigstens für einige derselben, noch erbracht werden.

Es war nicht anzunehmen, dass diese Stoffe, abgesehen von Eiweissstoffen und Salzen, in grösserer, leicht auffindbarer Menge vorhanden seien; die Untersuchungen mussten deswegen an einer Bacterienart angestellt werden, welche schnell und üppig wuchs und deswegen in reichlicher Quantität beschafft werden konnte. Diesen Anforderungen entsprach in hervorragendem Grade ein Bacillus, welcher von Professor Rubner aus Marburger Wässern gezüchtet war und unter dem Namen Bacillus Nr. 28 bereits Cramer zu seinen schon erwähnten Untersuchungen gedient hatte.

Es ist ein grosses unbewegliches Stäbchen, welches auf Agar und Gelatine gut wächst und auf Kartoffeln mächtige schleimige Culturen bildet. Dieselben quellen in Wasser zu einer schlüpfrigen, fadenziehenden Masse, welche auch mit viel Wasser verdünnt kein klares Filtrat liefert. Die Culturen sind weiss oder gelblich-weiss und entwickeln einen intensiven Geruch nach Trimethylamin. Das Wachsthum findet sowohl bei Luftzutritt als bei Luftabschluss statt, im letzteren Fall kommt es zu einer starken Gasbildung. Die Bacterien sind nicht pathogen, weder Bouillonculturen, noch die mit Wasser verriebenen Kartoffelculturen riefen, Meerschweinchen zu mehreren Cubikcentimetern unter die Haut gespritzt, die geringsten Erscheinungen hervor.

Die Massencultur geschah auf Kartoffelscheibchen, welche zu 3 bis 4 zusammen in Petri'schen Doppelschalen lagen; durchschnittlich nach 14 Tagen war die Höhe der Entwickelung erreicht; um diese Zeit wurde die Bacterienmasse mittels eines feinen Hornspatels abgenommen und zwar so, dass die der Kartoffeloberfläche zunächst liegende Schicht zurückblieb; es musste auf diese Weise auch die geringste Beimengung des Nährsubstrats vermieden werden, und in der That fanden sich bei der wiederholt vorgenommenen mikroskopischen Untersuchung niemals Stärkekörnchen.

Zunächst einige Angaben über die Zusammensetzung unsrer

Bacterien im allgemeinen. Die abgeernteten Culturen wurden auf flachen Schalen ausgebreitet und über Schwefelsäure im Exsiccator getrocknet, dann pulverisirt und nacheinander zuerst mit Alkohol, darauf mit Aether im Soxhlet'schen Apparat extrahirt. Es ergaben sich folgende Werthe für Wassergehalt, Trockensubstanz, Alkohol- und Aetherextract:

28,765 g frische Bacterien wogen nach dem Trocknen 4,478 g, enthielten also 84,43 % Wasser;

38,00 g frische Bacterien wogen nach dem Trocknen 5,964 g, enthielten also 84,305 % Wasser.

9,465 g bei 105° getrockneter Bacterien wurden 12 Stunden im Soxhlet'schen Apparat mit absol. Alkohol, darauf ebenso lange mit Aether extrahirt. Der Alkoholrückstand, im Vacuum bis zum constanten Gewicht getrocknet, betrug 0,759 g = 8,02 %, der Aetherrückstand 0,0235 g = 0,25 %. Bei einer zweiten Bestimmung lieferten 15,593 g trockene Bacterien 1,249 g Alkoholextract (= 8,010 %) und 0,0381 g Aetherextract (= 0,244 %). Ein Theil des Alkoholextractes löste sich in Aether, so dass die Gesammtmenge der in Aether löslichen Substanz 5,08 % betrug.

Die Elementaranalyse ergab folgende Zahlen:

1. Für die ohne vorhergehende Behandlung direct getrockneten Bacterien:

a) 0,1916 g lieferten 0,3231 g CO_2, 0,1080 g H_2O, 0,0211 g Asche (11,01 %), d. h. auf aschefreie Substanz berechnet 51,68 % C und 7,04 % H.

b) 0,1771 g lieferten 0,2995 g CO_2, 0,0945 g H_2O, 0,0200 g Asche (11,29 %), d. h. auf aschefreie Substanz berechnet 51,99 % C und 6,68 % H.

c) 0,6605 g lieferten nach Kjeldahl 0,06706 g N = 10,15 % N, oder auf aschefreie Substanz berechnet 11,42 % N.

d) 0,4388 g lieferten nach Kjeldahl 0,04536 g N = 10,34 % N, oder auf aschefreie Substanz berechnet 11,64 % N.

e) 0,2570 g lieferten nach Kjeldahl 0,02562 g N = 9,97 %, oder auf aschefreie Substanz berechnet 11,22 % N.

2. Für die nach der Extraction mit Alkohol und Aether extrahirten Bacterien:

a) 0,1808 g lieferten 0,3011 g CO_2, 0,0988 g H_2O, 0,0193 g Asche (= 10,67 %), d. h. auf aschefreie Substanz berechnet 50,85 % C und 6,80 % H.

b) 0,2087 g lieferten 0,3484 g CO_2, 0,1122 g H_2O, 0,0228 g Asche (= 10,92 %), d. h. auf aschefreie Substanz berechnet 51,11 % C und 6,71 % H.

c) 0,3120 g lieferten nach Kjeldahl 0,03122 g N = 10,01 % N, oder auf aschefreie Substanz berechnet 11,18 % N.

d) 0,2975 g lieferten nach Kjeldahl 0,02968 g N = 9,98 % N, oder auf aschefreie Substanz berechnet 11,18 % N.

e) 0,6800 g lieferten nach Kjeldahl 0,0665 g N = 9,78 % N, oder auf aschefreie Substanz berechnet 10,96 % N.

f) 0,6605 g lieferten nach Kjeldahl 0,06413 g N = 9,71 % N, oder auf aschefreie Substanz berechnet 10,89 % N.

g) 1,9935 lieferten nach Liebig-Hammarsten's[1]) Methode 0,1317 g Ba SO_4 = 0,909 % S oder auf aschefreie Substanz berechnet 1,02 % S.

Die Durchschnittswerthe der Analysen finden sich zusammen mit den Zahlen, welche für die andern bisher untersuchten Bacterien erhalten wurden, in den folgenden Tabellen (S. 322 u. 323) aufgeführt; zum Vergleich ist eine Analyse der Soorhefe mit angefügt.

Specielle Untersuchung.

Die Untersuchung auf Eiweisskörper erschien mir besonders wichtig, da infolge der Veröffentlichungen von Nencki[2]) über das Mykoproteïn unter den Bacteriologen vielfach die Ansicht verbreitet ist, dass die Bacterien ganz specifische, von den übrigen im Thier- und Pflanzenreich vorkommenden verschiedene Albuminstoffe enthalten. Es kann kein Zweifel darüber sein, dass das Mykoproteïn nicht als solches in den Bacterien vorkommt, es ist als ein Kunstproduct aufzufassen, entstanden durch die starken Eingriffe, welche bei seiner Isolirung benutzt wurden. Auch bei der Darstellung des Anthraxproteïns[3]) ist die Möglichkeit einer

1) Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. IX, S. 289.
2) Journ. f. prakt. Chemie, N. F., Bd. XX, S. 443.
3) Nencki, Ber. d. d. chem. Ges., Bd. XVII, S. 2605.

	Essigmutter[1])	Mikrococcus[2])	Pneumoniebacillen[3])	Milzbrandbacillen[4])	Eryth. nodos.-bacillen[5])	Tuberkelbacillen[6])	Mikroc. prodig.[7])	Xerosebacillen[7])	Diphtheriebacillen[8])	Pfeiffer's Bacillen[9])			Pneumoniebacillen[9])			Rhinoskleromebacillen[9])			Bacillus Nr. 28[9])			Bacillus Nr. 28[10])	Soorhefe[7])
Nährboden .		Weins. Ammoniak	Nährgelat.	Fleischwasserpept. Gelatine	Bouillon	versch. feste und flüssige Nährböden	Nähragar	Nähragar	Wässerige Peptonlösg.	Nähragar 1% Pept.	Nähragar 5% Pept.	Nähragar 5% dextrose	Nähragar 1% Pept.	Nähragar 5% Pept.	Nähragar 5% dextrose	Nähragar 1% Pept.	Nähragar 5% Pept.	Nähragar 5% dextrose	Nähragar 1% Pept.	Nähragar 5% Pept.	Nähragar 5% dextrose	Kartoffel	Nähragar
Alter . .			4 Wch.	3—4 Tage	8 Tage	1—3 Mon.	14 Tage	?	6 Wch.	48 Stdn.	48 Stdn.	48 Stdn.	48 Stdn.	48 Stdn.	48 Stdn.	48 Stdn.	48 Stdn.	48 Stdn.	48 Stdn.	48 Stdn.	48 Stdn.	14 Tage	
Wasser .	98,3	—	84,20	—	—	—	85,45	84,98	—	87,71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	84,37	81,40
Trockensubstanz	1,7	—	15,80	—	—	—	14,55	15,07	—	12,29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15,63	18,60
% d. Trockensubst. Alkohol-extr. . .	—	—	—		8,97		—	—														8,015	—
Aether-extr. . .	—	—	1,74	7,8	1,99	27,2	4,83	8,06	3,93	17,82	14,63	24,03	10,26	11,28	22,68	11,11	9,06	19,99	16,90	17,83	18,41	0,247	4,28
Stickstoff	1,82	10,65	—	—	—	—	11,40	12,12	—	10,65	11,66	8,59	11,48	12,77	10,18	10,94	12,20	9,93	11,69	12,74	9,41	11,97	12,21
Asche . .	3,37	6,94	29,61	—	—	—	13,47	9,52	—	12,56	9,10	9,13	13,94	10,36	7,88	13,45	9,33	9,44	11,42	7,79	9,20	11,15	10,83

1) Loew, in Nägeli, Theorie der Gährung, S. 111.

2) Nägeli, Ebenda.

3) Brieger, Zeitschr. f. physiol. Chem., Bd. IX, S. 1.

4) Dyrmont, Archiv f. experiment. Pathol. u. Pharmak., Bd. XXI, S. 309.

5) Bovet, Monatshefte f. Chemie, Bd. IX, S. 1154.

6) Hammerschlag, Ebenda, Bd. X, S. 9.

7) Kappes, Dissertation, Leipzig 1890.

8) Dzierzgowski und Rekowski, Arch. de sciences biologiques, St.-Pétersbourg, T. I, p. 167.

9) Cramer, Arch. f. Hygiene, a. a. O.

10) Durchschnittswerthe meiner Untersuchungen.

Veränderung durch die angewandten Reagentien nicht ausgeschlossen. Dass aus Bacterien mittelst ganz indifferenter Methoden Eiweissstoffe, welche sich ohne weiteres den bekannten Albuminstoffen anreihen, isolirt werden können, ist vor einigen Jahren von Hellmich[1]) gezeigt worden; er isolirte aus der Reincultur einer nicht genauer untersuchten Bacterienart mit Hülfe von Ammoniumsulfat einen Eiweisskörper von den charakteristischen Eigenschaften der Globuline. Leider waren alle Bemühungen, aus dem Bacillus Nr. 28 die Eiweissstoffe durch einwandfreie Methoden zu gewinnen, vergeblich: sie scheiterten an der eigenthümlichen zähen, schleimigen Beschaffenheit der Culturen.

Elementare Zusammensetzung getrockneter Bacterien auf aschefreie Substanz berechnet.

	Pfeiffer's Bac.			Pneumonie-Bac.			Rhinosklerom-B.			Bacillus Nr. 28			Bac. Nr. 28[2])
	Nähragar			Nähragar			Nähragar			Nähragar			
	1% P.	5% P.	5% D.	1% P.	5% P.	5% D	1% P.	5% P.	5% D.	1% P.	5% P.	5% D.	Kartoffel
C	51,42	50,63	49,44	50,95	51,37	50,55	51,19	51,81	50,33	51,72	50,47	50,33	51,83
H	7,31	6,59	6,52	7,18	6,71	6,92	7,40	7,49	6,76	7,32	6,77	6,79	6.86
N	12,18	12,32	9,44	13,28	14,25	11,05	12,63	13,46	10,76	13,20	13,82	10,44	11,43

Elementare Zusammensetzung mit Alkohol und Aether extrahirter Bacterien auf aschefreie Substanz berechnet.

	Erythem. nodos.	Tuberkelbacillus	Diphtheriebac.*	Nr. 28[2])
C	52,22	51,62	51,21	50,98
H	7,465	8,07	9,02	6,75
N	11,6	9,09	11,7	11,05
S	—	—	1,45	1,02
P	—	—	0,67	—
Asche . .	8,21	8,0	—	—

Aus demselben Grunde musste auch von einem Versuch, die Nucleïne darzustellen, Abstand genommen werden; ich habe mich darauf beschränken müssen, aus den Nucleïnen die Nucleïnbasen abzuspalten und diese zusammen mit den in freiem Zustande vorhandenen zu isoliren.

1) Arch. f. exp. Path. u. Pharm., Bd. XXVI, S. 345.

2) Durchschnittswerthe meiner Untersuchungen.

*) Nicht ganz genau, da die Aschenmenge der extrahirten Bacterien nicht angegeben ist.

Zu dem Zwecke wurden 49,28 g trockene Bacterien (entsprechend 315,3 g frischen) mit Alkohol[1]) und Aether in der Kälte erschöpft und darauf mit 400 ccm 0,5 % H_2SO_4 4 Stunden am Rückflusskühler gekocht. Nach dem Absitzen wurde die klare Flüssigkeit abgegossen und der Rückstand noch einige Stunden im Dampftopf mit 0,5 % Schwefelsäure auf 105° erhitzt. Die Lösung wurde wieder vom Bodensatz abgegossen, und der letztere noch mehrmals mit verdünnter Schwefelsäure in der Kälte extrahirt. Die vereinigten schwefelsauren Lösungen fällte ich jetzt mit basischem Bleiacetat unter Vermeidung eines Ueberschusses aus, befreite die Filtrate vom Blei durch Schwefelwasserstoff, dampfte nach dem Abfiltriren ein, machte mit Ammoniak alkalisch und fällte mit salpetersaurem Silber. Die weitere Behandlung geschah nach den Angaben von Schindler[2]) und Bruhns[3]). Das Xanthin wurde als Xanthinsilber, das Guanin als freies Guanin, das Adenin als Adeninpikrat gewogen, Hypoxanthin fand sich nicht. Die Menge des Xanthinsilbers betrug 0,214 g entsprechend 0,085 g Xanthin = 0,17 %; die Menge des Guanins betrug 0,071 g = 0,14 %; die Menge des Adeninpikrats betrug 0,101 g entsprechend 0,037 g Adenin = 0,08 %.

Es könnte der Einwand erhoben werden, dass die gefundenen Nucleïnbasen gar nicht von den Bacterien gebildet, sondern aus der Kartoffel in die Cultur durch Diffusion gelangt seien. Die Kartoffeln enthalten selbstverständlich auch Nucleïnbasen, Schulze[4]) fand für 100 ccm Kartoffelsaft im Mittel 0,00355 g Nucleïnbasen auf Hypoxanthin berechnet. Nimmt man nun auch an, dass die Bacteriencultur, entsprechend ihrem Wassergehalt, Nucleïnbasen aus der Kartoffel aufgenommen hat, so würden sich für 100 g trockne oder 640 g frische Bacterien immer nur 0,01917 g Hypoxanthin berechnen lassen, also ungefähr 5 % der von mir gefundenen Menge. Gross ist also der durch den

1) In kalten Alkohol gehen nur Spuren von Nucleïnbasen über, wie durch besondere Versuche festgestellt wurde.

2) Zeitschr. f. physiol. Chem., Bd. XIII, S. 432.

3) Daselbst, Bd. XIV, S. 533.

4) Landwirthsch. Versuchsstat. Bd. XXVIII, S. 113.

etwaigen Uebergang von Nucleïnbasen aus der Kartoffel in die Cultur bedingte mögliche, aber nicht wahrscheinliche Fehler nicht, auch dann nicht, wenn der Kartoffelsaft etwas mehr von diesen Basen enthält, als Schulze fand.

Ueber den Procentgehalt der Hefe an Nucleïnbasen existiren in der Literatur nur einige Angaben von v. Lehmann[1]); er fand in 300 g frischer Presshefe in einem Versuch 0,2101 g Hypoxanthin, 0,0902 g Guanin, kein Xanthin; in einem zweiten Versuch 0,1606 g Hypoxanthin, kein Guanin, 0,0383 g Xanthin. Adenin war zur Zeit dieser Untersuchung noch nicht bekannt, es ist jedenfalls mit dem Hypoxanthin zusammen gewogen.

Angenommen, dass die Hefe 24,3 % Trockensubstanz enthielt (es ist darüber keine Angabe gemacht), berechnen sich folgende Procentzahlen:

Im ersten Versuch Hypoxanthin + Adenin 0,29 %, Guanin 0,124 %, Xanthin 0 %; im zweiten Versuch Hypoxanthin + Adenin 0,22 %, Guanin 0 %, Xanthin 0,052 %.

Meine Bestimmungen ergaben etwas niedrigere Werthe:

1757 g frische Hefe-Reinkultur aus der Versuchsbrauerei zu Berlin, welche 24,3 % Trockenrückstand enthielten, also 427 g trockner Hefe entsprachen, lieferten

Xanthinsilber	0,3516 g	= 0,1131 g Xanthin	= 0,0265 %	Xanthin,
Guanin	0,0256 g		= 0,006 %	Guanin,
Adeninpikrat	0,8031 g	= 0,3099 g Adenin	= 0,07 %	Adenin,
Hypoxanthin-silberpikrat	1,0459 g	= 0,3024 g Hypoxanthin	= 0,071 %	Hypoxanthin.

Die Versuche zur Gewinnung des Lecithin wurden unter Anwendung der von Hoppe-Seyler[2]) angegebenen Vorsichtsmaassregeln ausgeführt; ich hielt mich speciell an die von Schulze[3]) gegebenen Vorschriften.

29,8325 g trockner und fein pulverisirter Bacterien wurden 24 Stunden lang im Soxhlet'schen Apparat mit Aether extrahirt (Aetherauszug) und darauf nach Zusatz von Calciumcarbonat im

1) Zeitschr. f. phys. Chem., Bd. IX, S. 564.
2) Ebenda, Bd. II. S. 428.
3) Ebenda, Bd. XV, S. 405.

Wasserbad bei 60° 32 Stunden mit 95% Alkohol behandelt (Alkoholauszug). Die abfiltrirte alkoholische Lösung hinterliess, bei 40 bis 50° eingeengt, einen Rückstand, welcher sich zum Theil in Aether löste. Das klare Filtrat wurde mehrmals mit Wasser geschüttelt, die dabei auftretenden Emulsionen trennten sich leicht auf Zusatz einiger Chlornatriumkrystalle. Der beim Verdunsten der ätherischen Lösungen hinterbleibende Rückstand löste sich fast vollständig in absolutem Alkohol bei 50°. Beim Abkühlen des klaren alkoholischen Filtrats auf niedrige Temperatur in einer Kältemischung schied sich in geringer Menge eine gelbliche, weiche, knetbare Masse von den charakteristischen Eigenschaften des Lecithins ab. Die abgegossene Mutterlauge lieferte nach dem Einengen noch mehrere solche Ausscheidungen von demselben Verhalten. Der oben erwähnte Aetherauszug wurde im Vakuum verdunstet, der Rückstand mit absolutem Alkohol bei 50° aufgenommen; beim Abkühlen der abfiltrirten Lösungen bildeten sich Niederschläge; die von diesen abfiltrirten Flüssigkeiten lieferten nach dem Concentriren abermals Abscheidungen. Alle diese Niederschläge wurden mit den aus dem Alkoholauszug erhaltenen vereinigt und mit Soda und Salpeter verascht. Aus der Asche wurde die gebildete Phosphorsäure zunächst durch Fällung mit molybdänsaurem Ammoniak isolirt und dann als pyrophosphorsaure Magnesia gewogen. Die Menge betrug 0,0278 g $Mg_2P_2O_7$ entsprechend 0,2021 g Lecithin. Die trockenen Bacterien enthalten also 0,68% Lecithin.

In Substanz ist meines Wissens Lecithin noch nicht aus den Bacterien dargestellt. In den Tuberkelbacillen scheint es enthalten, denn Hammerschlag[1]) gelang der Nachweis von Phosphor in dem ätherischen Extract dieser Bacterien; wenn man in andern Bacterien, z. B. den Bacillen des eryth. nodos. und den Diphtheriebacillen, vergeblich danach suchte, so hatte das offenbar nur darin seinen Grund, dass die zur Untersuchung benutzte Bacterienmenge zu klein war.

Zur Untersuchung auf Cholesterin und Fett wurde das getrocknete Bacterienpulver nacheinander mit Alkohol und Aether

1) a. a. O.

extrahirt, darauf der Rückstand des Alkoholauszugs mit Aether aufgenommen und diese ätherische Lösung mit dem Aetherextract vereinigt. Die weitere Behandlung geschah in der bekannten Weise: Verseifung mit alkoholischer Kalilauge, Verdunsten des Alkohols, Lösen des Rückstandes in Wasser und Extrahiren zunächst der alkalischen, darauf der angesäuerten Lösung mit Aether. In dem ersten Auszug musste das Cholesterin, in dem zweiten die Fettsäuren enthalten sein; das Gewicht des Trockenrückstandes des ersteren betrug in einem Versuch, in dem 15,593 g trockne Bacterien zur Verwendung gekommen waren, 0,0352 g (0,23 %), das Gewicht des Trockenrückstandes des letzteren in demselben Versuch 0,635 g (4,07 %).

Obgleich nun diese Operationen mehrmals wiederholt wurden, und stets ziemlich erhebliche Mengen von Bacterien zur Verwendung kamen (35,95 g, 21,64 g, 17,51 g, 15,59 g), gelang es niemals, Krystalle von Cholesterin zu erhalten, auch die bekannten Reactionen versagten; nur in dem einen Fall, als 35,95 g Bacterien verarbeitet wurden, gab der in wenig Chloroform aufgenommene Aetherrückstand sehr schön die Liebermann'sche Reaction (Auftreten einer rothen, dann in Blau und Grün übergehenden Färbung auf Zusatz von Essigsäureanhydrid und concentrirter Schwefelsäure), in den andern Fällen fiel auch diese empfindlichste Probe negativ aus.

Auch Hammerschlag[1]) erhielt bei der Untersuchung des Aetherauszugs der Tuberkelbacillen keine Reaction auf Cholesterin; er verwandte allerdings nur 1,83 g trockne Bacillen; ebenso konnten Dzierzgowski und Rekowski[2]) aus 1,956 g trockner Diphtheriebacillen kein Cholesterin erhalten.

Das Cholesterin ist also offenbar nur in sehr geringer Menge in den Bacterien enthalten.

Das Fettsäuregemenge wurde in verdünntem Alkali gelöst und mit Bleiacetat gefällt. Die ausgeschiedenen Bleisalze wurden abfiltrirt, getrocknet und mit Aether extrahirt. Die ätherische Lösung hinterliess nach Entfernen des Bleies durch

1) a. a. O.
2) a. a. O.

Schwefelwasserstoff eine Säure, welche bei 15° schmolz; es handelte sich also um Oelsäure, deren Schmelzpunkt bei 14° liegt. Aus den in Aether unlöslichen Bleisalzen wurden, ebenfalls durch Zerlegung mit Schwefelwasserstoff, die freien Säuren wieder hergestellt; dieselben krystallisirten sehr schön in Blättchen und Schüppchen und schmolzen bei 51°, es lag also ein Gemenge von Palmitinsäure und Stearinsäure vor, das noch irgend eine andere Substanz, welche den Schmelzpunkt hinunterdrückte, enthielt, vielleicht Glycerinphosphorsäure.

Das aus Tuberkelbacillen isolirte Fettsäurengemenge schmolz nach Hammerschlag[1]) bei 63°; daraus geht hervor, dass das Fett der Tuberkelbacillen vorwiegend aus Tripalmitin und Tristearin besteht und nur wenig oder gar kein Trioleïn enthält.

Der Aetherextract der Diphtheriebacillen schmolz bei 37,5° (Dzierzgowski und Rekowski[2]), der Schmelzpunkt des Aetherextracts der von Cramer[3]) untersuchten Bacterienarten lag bei 40°. In diesen Fällen war also offenbar auch Trioleïn vorhanden, denn Tripalmitin und Tristearin schmelzen bei 63° resp. 66,5°, Trioleïn ist bei gewöhnlicher Temperatur flüssig.

Die Asche löste sich zum Theil in Wasser, zum Theil erst in Essigsäure. Der in Wasser lösliche Theil enthielt Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kalium, kein Natrium, Spuren von Chlor und alkalischen Erden; der in Essigsäure lösliche Theil Phosphorsäure, Magnesium und Calcium u. z. erstere in reichlicherer Menge.

Es ist eine allgemein verbreitete Ansicht, dass die die Bacterien umhüllende Membran stets aus Cellulose bestehe. Meine Bemühungen, aus dem von mir untersuchten Bacillus dieses Kohlehydrat darzustellen, führten zu einem negativen Resultat: es stellte sich bald heraus, dass Cellulose nicht vorhanden war. Nach 4- bis 6stündigem Kochen der Bacterien mit 2%iger Schwefelsäure am Rückflusskühler war die Gesammtmenge des Kohlehydrats in reducirenden Zucker übergeführt, der abfiltrirte Rückstand lieferte beim weiteren Kochen mit

1) a. a. O.
2) a. a. O.
3) a. a. O.

stärkerer Säure keinen Zucker mehr, auch dann nicht, wenn man ihn vorher 24 Stunden der Einwirkung concentrirter Schwefelsäure unterworfen hatte. Was für ein Kohlehydrat lag nun vor? Die Untersuchung hat die grössten Schwierigkeiten gemacht, da es nicht gelingen wollte, es von den stickstoffhaltigen Bestandtheilen des Protoplasmas zu isoliren. Gegen Alkalien, auch in der Hitze, erwies sich das Kohlehydrat, wie zu erwarten war, sehr widerstandsfähig; ich kochte die Bacterien deshalb mit 0,5%iger Kalilauge, um das Eiweiss in Lösung zu bringen. Das Kochen musste aber lange fortgesetzt werden, da die schleimige Bacterienhülle — und diese stellt das Kohlehydrat dar — das Protoplasma gegen die Einwirkung des Alkali schützt. Nach einstündigem Kochen am Rückflusskühler war der Stickstoffgehalt von 10% auf 3,5%, nach vierstündigem Kochen auf 2,6% heruntergegangen; aber auch nach viel länger fortgesetztem Erhitzen wurden immer noch kleine Mengen von Ammoniak entwickelt: ich überzeugte mich in der Weise davon, dass ich statt des Rückflusskühlers einen gewöhnlichen Kühler vorlegte und das Destillat in $^1/_{10}$ N-Schwefelsäure auffing. Das überdestillirende Wasser wurde häufig ersetzt, ab und zu auch der Kolbeninhalt durch eine Thonzelle abgesaugt und darauf der Rückstand mit frischer 0,5%iger Kalilauge versetzt und abermals der Destillation unterworfen. Es ergab sich, dass auch nach zweitägiger Behandlung immer noch etwas Ammoniak gebildet wurde. Da sich aber andererseits herausstellte, dass die Filtrate nach dem Kochen mit Säuren stets Fehlingsche Lösung reducirten, dass also fortwährend kleine Mengen des Kohlehydrates in Lösung gingen, so wurde das Erhitzen unterbrochen, der Kolbeninhalt durch eine Thonzelle filtrirt und bis zum Verschwinden der alkalischen Reaction mit destillirtem Wasser ausgewaschen; ich nahm jetzt die schleimige Masse, welche die Wandungen des Thonfilters bedeckte, mit einem Spatel heraus, vertheilte sie in wenig Wasser und fällte mit einem Ueberschuss von Alkohol: es schied sich ein weisser, flockiger Bodensatz ab, welcher abfiltrirt, mit Alkohol und Aether gewaschen und darauf unter den Exsiccator gebracht wurde. Vollständig getrocknet liess sich die lockere Masse zu

einem feinen Pulver zerreiben, welches, mit Wasser befeuchtet, alsbald wieder die schleimige Beschaffenheit annahm; auf tropfenweisen Zusatz von Essigsäure verschwand dieselbe: ein Theil des Schleims ballte sich zu feinen Flocken zusammen, der andere löste sich zu einer opalescirenden Flüssigkeit, welche sich gut von den Flocken abfiltriren liess. In dem Filtrat, welches ganz einer Glykogenlösung glich, rief Alkohol einen Niederschlag hervor. Derselbe wurde abfiltrirt, mit Alkohol und Aether gewaschen und unter die Luftpumpe gebracht. Er zerfiel beim Trocknen zu einem lockern Pulver, welches beim Reiben sehr starke elektrische Eigenschaften zeigte; auf Platinblech verbrannt roch es ganz wie Papier.

Die Elementaranalyse des unter der Luftpumpe getrockneten Präparats lieferte folgende Werthe:

0,1458 g lieferten 0,2141 g CO_2 und 0,0818 g H_2O; der Aschegehalt (phosphors. Kalk) betrug 10,56%, die aschefreie Substanz enthielt also 44,78% C und 6,97% H.

Eine Stickstoffbestimmung ergab, dass noch 0,6% N vorhanden war. Der in Essigsäure unlösliche Theil wurde nicht analysirt, er enthielt noch mehr Stickstoff.

Um den Stickstoff womöglich ganz zu entfernen, wurde in einem neuen Versuch, zu dem 17,5 g getrocknete Bacterien verwandt wurden, das Kochen mit Kalilauge 72 Stunden lang fortgesetzt. Der Gang der weiteren Behandlung entsprach ganz dem oben beschriebenen; mittels Essigsäure liess sich wieder eine Trennung in einen löslichen und einen unlöslichen Theil erzielen; aus der opalescirenden essigsauren Lösung wurde durch Fällung mit Alkohol eine allerdings nur kleine Quantität eines Körpers erhalten, welche nach dem Trocknen stark elektrisch sich verhielt, stickstofffrei war und bei der Analyse folgende Zahlen lieferte:

0,0889 g lieferten 0,1087 g CO_2 und 0,0432 g H_2O; 24,7% Asche (Ca, Mg, Phosphorsäure, Schwefelsäure), d. h. auf aschefreie Substanz berechnet 44,31% C und 7,17% H.

Die Formel $C_6H_{10}O_5$ verlangt 44,44% C und 6,17% H.

Der Wasserstoffgehalt wurde fast 1% zu hoch gefunden;

die Menge der für die Analyse verfügbaren Substanz war sehr gering, der Aschengehalt sehr hoch. Trotzdem glaube ich annehmen zu dürfen, dass es sich um ein stickstofffreies Kohlehydrat von der Formel $C_6H_{10}O_5$ handelt. Von weiteren Eigenschaften des Körpers liess sich wegen seiner geringen Menge nur noch feststellen, dass er mit Jod nicht blau gefärbt wurde und beim Kochen mit verdünnten Säuren leicht und schnell in einen Zucker überging, welcher alkalische Kupferlösung langsamer als Glucose reducirte.

Mit weiteren Untersuchungen, welche durchaus nothwendig sind, bin ich beschäftigt.

Der in Essigsäure unlösliche Teil wurde nicht analysirt, er enthielt Stickstoff. Durch längeres Kochen mit verdünnter Kalilauge hätte man wahrscheinlich aus ihm noch weitere Mengen des in Essigsäure löslichen Körpers erhalten; doch war die Quantität zu klein, als dass ein Versuch in dieser Richtung gemacht werden konnte.

Wie aus dem Mitgetheilten hervorgeht, war die Darstellung des Kohlehydrats mit grossen Verlusten verbunden. Um wenigstens eine ungefähre Vorstellung zu gewinnen, in welcher Menge dasselbe in den Bacterien enthalten sei, habe ich eine gewogene Quantität der Bacillen mit verdünnter Schwefelsäure gekocht und den gebildeten Zucker nach Allihn bestimmt. 5 g getrockneten Materials wurden 6 Stunden am Rückflusskühler mit 2% Schwefelsäure versetzt. Die filtrirte Flüssigkeit betrug 390 ccm. Mehrere gut übereinstimmende Versuche ergaben, dass 25 ccm 0,0856 g Cu lieferten. In 25 ccm waren also 0,04366 g »Glucose« enthalten, in 390 ccm oder in 5 g Bacterien demnach 0,68 g, d. h. 13,6%. 13,6 $C_6H_{12}O_6 = 12{,}2\ C_6H_{10}O_5$. Es ist dabei die Voraussetzung gemacht, dass der entstandene Zucker dasselbe Reductionsvermögen besitze, wie die Glucose.

Wahrscheinlich gehört das von mir isolirte Kohlehydrat in die Gruppe derjenigen Körper, welche von E. Schulze[1]) und seinen Schülern in den Samen nachgewiesen und unter dem Namen »Hemicellulosen« zusammengefasst wurden. Dieselben

1) Zeitschr. f. physiol. Chem., Bd. XIV, S. 227 u. Bd. XVI, S. 387.

unterscheiden sich von der Cellulose hauptsächlich dadurch, dass sie schon beim Kochen mit verdünnter Säure in Zucker übergeführt werden. Weitere Untersuchungen müssen entscheiden, ob diese Vermuthung richtig ist. Nencki und Schaffer[1]) scheinen bereits dasselbe Kohlehydrat, nur noch mit stickstoffhaltigen Bestandtheilen verunreinigt, in Händen gehabt zu haben. Sie behandelten mit Alkohol und Aether extrahirte »Fäulnissbacterien« zum Zweck der Darstellung des Mykoproteïns mehrere Stunden mit 0,5% Kalilauge auf dem Wasserbad. Die Hauptmenge ging in Lösung; der nicht lösliche Rest, welcher noch die Umrisse der Bacterien zeigte, quoll in Wasser auf, schrumpfte aber auf Zusatz weniger Tropfen Essigsäure zusammen. Die abfiltrirte Masse war stickstoffhaltig und reducirte nach zehnstündigem Kochen mit 10%iger Schwefelsäure schwach Fehling-sche Lösung. Nencki und Schaffer sind der Meinung, dass es sich um ein stickstoffhaltiges Kohlehydrat handele.

Vorläufige Versuche, welche im hiesigen Institut von mir und Andern ausgeführt wurden, scheinen zu ergeben, dass ein dem aus dem Bacillus Nr. 28 isolirten ähnliches oder mit ihm identisches Kohlehydrat auch in vielen anderen Bacterien sich findet.

Die Annahme, dass in allen Bacterien typische Cellulose vorkomme, ist jedenfalls nicht richtig, wenn dieselbe auch in einigen Species nachgewiesen zu sein scheint, z. B. in der Essigmutter von Loew[2]). In den Tuberkelbacillen gibt Hammerschlag[3]) an sie gefunden zu haben, doch vermag ich nach meinen Untersuchungen diese Angabe nicht zu bestätigen; in dem Bac. subtilis konnte Vincenzi[4]) keine Cellulose entdecken. Ebenfalls nicht aus Cellulose bestehen die Membranen von Leucon. mesenter. und von Bac. viscos. sacchari. Aus dem ersteren isolirte Scheibler[5]) das Dextran, ein Kohlehydrat von der

1) Journ. f. prakt. Chem., N. F., Bd. XX, S. 443.
2) Nägeli, Journ. f. prakt. Chem., N. F., Bd. XVII, S. 423.
3) a. a. O.
4) Zeitschr. f. phys. Chem., Bd. XI, S. 181.
5) Chem. Centralbl., 1875, S. 164.

Formel $C_6H_{10}O_5$; dasselbe löst sich leicht in Wasser zu klebriger Flüssigkeit, dreht polarisirtes Licht stark rechts und wird durch Kochen mit verdünnten Säuren in Zucker umgewandelt. Aus den schleimigen Hüllen des Bac. viscos. sacch. gewann Kramer[1]) ein Kohlehydrat von derselben Zusammensetzung. Dasselbe quillt in Wasser kleisterartig, löst sich aber nur in ganz geringer Menge, dreht ebenfalls stark rechts ($[\alpha]D = + 195$) und wird durch längeres Kochen mit verdünnter Schwefelsäure in reducirenden Zucker übergeführt.

Wie sich der von mir isolirte Körper zu diesen Kohlehydraten verhält, kann vor der Hand noch nicht gesagt werden.

Folgende Tabelle gibt eine Uebersicht über die procentische Zusammensetzung der Bacterientrockensubstanz. Es ist dabei zu bemerken, dass der Werth für Eiweiss durch Multiplication des Stickstoffgehalts mit 6,25 erhalten wurde.

Eiweiss	63,5	
Kohlehydrat	12,2	
Aetherextract	5,08	
Alkoholextract	3,19	
Lecithin		0,68
Xanthin		0,17
Guanin		0,14
Adenin		0,08
Asche	11,15	
	95,12	

1) Mh. f. Chem., Bd. X, S. 467.

Ueber das Abtödten von Cholerabacillen in Wasser.

Von

Albert Hendrik Nijland,

prakt. Arzt, Militärarzt O. J. L.

»Wie ein Experiment im Grossen hat die Hamburger Epidemie die Verbreitung der Cholera durch das Wasser gezeigt«, sagt Guttmann[1]) in »Ueber den Gang der Choleraepidemie im Jahre 1892«. Obwohl es immer seine Bedenken hat, gleichsam als eine Flagge für die Wissenschaftlichkeit einer Beobachtung den Ausdruck »Wie ein Experiment« für complicirte Vorgänge und Erscheinungen in der Natur oder im menschlichen Leben anzuwenden, wie neuerdings so vielfach beliebt wird, so sind durch den plötzlichen Ausbruch der Cholera in Hamburg und durch den positiven Nachweis der Cholerabacterien in verschiedenen Wassersorten, der im Verlaufe der jetzigen Choleraepidemie mehrere Male[2]) geführt worden ist, auch weitere Kreise der Bevölkerung mehr und mehr auf die Gefahr einer Uebertragung der Cholera durch das Trinkwasser aufmerksam geworden. Während nun zweifellos die Furcht vor dieser Gefahr dazu führt, dass manche Verbesserungen der Trinkwasserversorgung im Kleinen und im Grossen eingeführt werden, und nun sonach mehr erreicht wird als vorher nüchterne Ueberlegungen allein erzielen konnten, so ist die Furcht eine übele Rathgeberin, da unter ihrem Einflusse Manche leicht zu Uebertreibungen veranlasst werden, die für Andere wiederum nachtheilig werden können.

---

1) Wiener Medic. Wochenschr. Nr. 8, 1893.

2) Vergl. hierüber die Angaben in Flügge und Koch, Zeitschr. f. Hygiene, Bd. XIV, 1. und 2. Heft.

Ein Beispiel hiervon geben uns einige Erfahrungen, die in Amsterdam im vergangenen Herbste gemacht wurden, und die auch jetzt schon wieder ihre Schatten vorauswerfen.

In Amsterdam bestehen nämlich zwei Wasserleitungen. Die eine derselben, die sogenannte Dünenwasserleitung, führt in zwei grossen Röhrenleitungen Wasser nach Amsterdam, das dem Grundwasser der, etwa zwischen Haarlem und dem Nordseestrand gelegenen, unbewohnten Dünenketten durch ober- und unterirdische Kanäle entnommen wird; die zweite Wasserleitung entnimmt das Wasser der Vecht, die von Utrecht an nordwärts durch das »Polderland« verläuft und bei Muiden in die »Zuiderzee« einmündet. Die Vecht ist ein für grössere Schiffe befahrbarer Strom, der sich vorzüglich aus den Abwassern des ausgebreiteten Polderlandes ergänzt. Das Wasser für die Vechtwasserleitung wird an einer Stelle der Vecht entnommen, wo diese in einem grossen Kreisbogen nach Westen von der nördlichen Richtung, als sogenannte »Oude Vecht« ausgebuchtet ist, während ein breiter Kanal, als Segmentsehne der Ausbuchtung, der Strömung des Wassers und der Schifffahrt den abgekürzten geraden Weg in nordsüdlicher Richtung liefert.

Kurz nach der Entnahme aus dem Vechtbogen wird das Wasser durch grosse Filteranlagen filtrirt. Diese Filtration ist, da die Leitung auf eine tägliche Lieferung von 40000 cbm angelegt ist, durchschnittlich jedoch nicht mehr als etwa 15000 cbm zu liefern hat, eine gute zu bezeichnen. Bei verschiedenen Untersuchungen, die im Amsterdamer Hygienischen Laboratorium seit Jahren ausgeführt werden, konnten nur ganz ausnahmsweise mehr als 200 Bacterien pro Cubikcentimeter gefunden werden, während im Allgemeinen nur etwa 50 bis 100 Bacterien im Cubikcentimeter enthalten sind.

Das aus den Dünen angeführte Dünenwasser (»Duinwater«) wird als Trinkwasser zu häuslichen Zwecken in die Häuser eingeleitet; das sog. Vechtwasser (»Vechtwater«) hat als Nutzwasser zu technischen und industriellen Zwecken, für die Strassenbesprengung, Feuerwehr u. s. w. zu dienen. Da die Dünenwasserleitung jedoch eine ungenügende Menge von Wasser

anbrachte[1]), so geschah es, insbesondere in den warmen Jahreszeiten geregelt, dass die höheren Stockwerke der Häuser, selbst schon vom 1. Stockwerke angefangen, und vor Allem in den Aussendistrikten der Stadt, über Tags der Wasserzufuhr entbehren mussten. Dadurch hatte begreiflicherweise vorzüglich der weniger bemittelte Theil der Bevölkerung sehr zu leiden. Dies führte dazu, dass das bisher bestandene gesundheitspolizeiliche Verbot, das Vechtwasser in die Häuser einzuführen, theilweise aufgehoben wurde; es wurde nämlich der Gesellschaft, welche die beiden Wasserleitungen betrieb, gestattet, neben dem zum Trinken, Kochen u. s. w. bestimmten Dünenwasser in einer zweiten gesonderten Leitung das Vechtwasser in Privathäuser für die Spülung von Closets und für Bäder einzubringen.

Da kam, und zwar noch in der Jahreszeit, in welcher das Wasserbedürfnis in den Wohnungen erhöht ist, erst der Ausbruch der Cholera in Hamburg, der alsbald allgemein dem Gebrauche von Flusswasser zugeschrieben wurde, dann das Auftreten einzelner Cholerafälle und kleinerer localer Cholera-Epidemien in den Provinzen Süd-Holland und Utrecht, und schliesslich einige Erkrankungen an Cholera in Amsterdam selbst, die allerdings durchaus vereinzelt blieben und zum Theil aus der Provinz Utrecht eingeführt waren. Da die Cholera vorzüglich in Utrecht und dessen Umgebung, also an dem obersten Laufe der Vecht vorkam, so wurde alsbald das Wasser der Vecht, das von den anliegenden Dörfern als Trinkwasser gebraucht wird, als der Träger des Cholerainfectionstoffes betrachtet. Die Landesregierung gab dem noch besonderen Ausdruck durch eine amtliche Warnung, die in den Gemeinden des Landes öffentlich durch Anschlag kundgegeben wurde, worin die Vecht als inficirt durch Cholera, und das Trinken des ungekochten oder nicht gut filtrirten Vechtwassers als gefährlich erklärt wurde.

1) Nach dem umfangreichen Berichte der Commission, die von der Gemeinde Amsterdam vor einigen Jahren zusammengestellt wurde, um die Ursachen der Leistungsunfähigkeit der Dünenwasserleitung aufzudecken, wurden pro Tag und Kopf der Bevölkerung im Jahresmittel kaum mehr als 20 l nach Amsterdam geleitet. Siehe Rapport der Commissie van Onderzoek in zake de Duinwaterleiding van Amsterdam (Amsterd. Stadsdrukkerij 1891, p. 37.

Es darf nicht Wunder nehmen, dass unter solchen Umständen auch das dem wenig befahrenen Arme der Vecht entnommene, durch langsame und sorgfältige Filtration gereinigte Vechtleitungswasser in Amsterdam von ängstlichen Gemüthern für inficirt gehalten wurde. Die Bacillenfurcht, die hier wie überall zu blühen begann, ging so weit, dass selbst ein Paar Aerzte — allerdings der ruhigen Ueberlegung und Pflichterfüllung der anderen gegenüber Ausnahmen — ohne nähere Kenntnis der thatsächlichen Verhältnisse, den Gebrauch des Vechtleitungswassers in Brauereien zum Würzesieden verboten wissen wollten, und die Cholerabacillen von den Springbrunnen aus mit dem Winde verbreiten liessen. Da dies in eingesandten Artikeln in den Zeitungen geschah, so war es begreiflich, dass eine ziemlich allgemeine Scheu vor dem Gebrauche des Vechtwassers zu Hausbädern hervorgerufen wurde. Dies führte dazu, dass entweder das gewohnte nützliche Baden unterlassen wurde oder dass die Badewannen mit Dünenwasser statt mit Vechtleitungswasser gefüllt wurden. Während es sich bei dem Unterlassen der Bäder um eine rein individuelle Sache handelte, musste der zweitgenannte Umstand eine Erhöhung des Dünenwasserverbrauches bewirken. Als Folge hiervon aber wiederum wurde unter den gegebenen Verhältnissen die Deckung des Wasserbedürfnisses erschwert und dies vorzugsweise in den höheren Stockwerken der Häuser und in den Aussendistrikten der Stadt mit einer zahlreichen, weniger bemittelten Bevölkerung, gerade also da, wo eine ausreichende Wasserversorgung in Zeit von Epidemien besonders erwünscht ist.

Mit Rücksicht auf die oben angegebene Weise der Gewinnung und Behandlung des Vechtwassers für die Nutzwasserleitung in Amsterdam wurde die Scheu vor dem Vechtwasser von den Behörden und speciell von der alsbald bei dem Vorkommen von Cholerafällen zusammengerufenen städtischen Choleracommission nicht getheilt. Zweifellos wurde durch diese Haltung auch ein grosser Theil der Bevölkerung einigermaassen beruhigt, und es war somit zunächst, wenn man die geschilderten Verhältnisse der Trinkwasserversorgung in Amsterdam im Auge behält, einer öffentlichen Calamität möglichst begegnet. Was jedoch dies Mal

sich zu ereignen drohte, konnte vielleicht ein nächstes Mal zu ernstlichen Störungen und Uebelständen Veranlassung geben. Thatsächlich wurde bereits in diesem Frühjahre, während wir mit den unten zu beschreibenden Versuchen beschäftigt waren, in verschiedenen eingesandten Artikeln in den Tagesblättern die Frage behandelt, ob nicht das Baden im Flusswasser Gefahren für eine Infection mit Cholera darbiete. Wenn diese Frage jetzt schon, wo seit mehreren Monaten kein Fall von Cholera mehr in ganz Niederland vorgekommen ist, aufgeworfen wird, was ist dann zu erwarten, wenn etwa wirkliche Fälle im kommenden Sommer wiederum bekannt werden sollten? Es ist sonach zweifellos, dass man hier — unter den local gegebenen Verhältnissen — mit der Möglichkeit einer öffentlichen Erregung als Veranlassung zu hygienischen Missständen zu rechnen hatte; ausgehend hiervon, also von einem rein praktischen Standpunkte, abgesehen von der Frage, ob einige Wahrscheinlichkeit vorhanden ist, dass das Wasser der Vechtwasserleitung in Wirklichkeit inficirt sei und sein Verbrauch Gefahren darbieten könne, war es nach der Meinung von Prof. Forster, Director des Amsterdamer Hygienischen Instituts, wünschenswerth, den Bewohnern Amsterdams, in deren Häusern das filtrirte Vechtwasser zu Bädern benutzt werden konnte, die Ueberzeugung zu versichern, dass sie ihr Bad für sich und ihre Angehörigen ohne irgend welche Scheu gebrauchen könnten. Da man es aus begreiflichen Gründen hier vorzüglich mit bemittelten Personen zu thun hatte, die Ueberlegungen zugänglich sind, so war zu erwarten, dass auf experimentellem Wege, durch wissenschaftliche Versuche, eine befriedigende Lösung der Frage zu geben war. Mit der Ausführung von Versuchen in dieser Richtung hat Prof. Forster am Ende des vorigen Jahres mich beauftragt, und bin ich seiner Aufforderung mit Vergnügen nachgekommen. Da wir meinen, dass einmal die Resultate der Untersuchungen ein mehr allgemeines Interesse verdienen, und andererseits ähnliche Verhältnisse, wie sie in Amsterdam vorliegen, auch anderwärts bestehen können, so halten wir uns zu einer Mittheilung der Versuche berechtigt.

Die Aufgabe war: den Personen, welche Hausbäder gebrauchen, ein Mittel an die Hand zu geben, das, dem Badewasser beigefügt, in demselben enthaltene Cholerabacillen bei der Temperatur des Badewassers rasch und mit Sicherheit abtödtet, das leicht anzuwenden ist und dessen Anwendung sonach auch dem Furchtsamsten die Scheu entnehmen kann.

Bekanntlich sind die Cholerabacillen sehr wenig fähig, den sie schädigenden Einflüssen Widerstand zu bieten. Sie gehen bereits bei dem nur eine Minute dauernden Erwärmen auf eine Temperatur von 58° zu Grunde[1]), sie werden durch weniger als 1‰ Lysol[2]) oder Creolin[3]) und etwas mehr Carbolsäure oder andere Säuren in kurzer Frist getödtet; sie sterben ab, wenn sie nur kurze Zeit den Dämpfen von Jodoform[4]) u. s. w. ausgesetzt werden, ja sie ertragen sehr schwache Einwirkungen auf die meisten Bacterien, so nach den alsbaldigen Erfahrungen Koch's das Eintrocknen, ferner, wie die jüngsten Versuche ergeben haben[5]), eine wenige Tage dauernde Kältewirkung von einigen Graden unter 0 u. s. w. nicht. Nun ist, worauf schon Naegeli aufmerksam machte, die Intensität einer schädlichen Einwirkung auf die Mikroorganismen auch abhängig von äusseren Umständen, worin die lebenden Wesen gerade verkehren. Sind die verschiedenen Lebensbedingungen günstig, so sind im allgemeinen die niederen Pilze widerstandsfähiger; unter ungünstigen Verhältnissen dagegen ertragen diese weniger; da nun nach den bisherigen Erfahrungen die ins Wasser gelangten Bacillen in der Regel nicht lange am Leben bleiben, so durfte man annehmen, dass verschiedene desinficirende Stoffe die Cholerabacterien, wenn diese im Wasser enthalten sind, in viel

1) Forster, Münch. Medic. Wochenschrift, 1886, Nr. 35. — v. Geuns, Archiv f. Hygiene, Bd. IX, S. 369, 1889.

2) Schottelius, Münch. Medic. Wochenschrift, 1890, Nr. 19 u. 20.

3) Esmarch, Centralbl. f. Bacteriologie, 1887, Bd. II, Nr. 10 u. 11. — Eisenberg, Wiener Medic. Wochenschrift, 1888, Nr. 17—19. — Forster, Münch. Medic. Wochenschrift, 1889, Nr. 26.

4) Buchner, Tilanus, Münch. Medic. Wochenschr., 1889, Nr. 32 u. 33.

5) Renk, Fortschritte der Medic. 1893, Nr. 10. — Uffelmann, Berl. klin. Wochenschrift, 1893, Nr. 9.

stärkeren Verdünnungen schon vernichten, als wenn sie in anderen Medien enthalten sind; ja man konnte erwarten, dass es gelingen werde, das eine oder andere Desinfectionsmittel zu finden, das noch in einer Verdünnung rasch wirksam wäre, in welcher es als Zusatz zu Badewasser leicht und bequem ohne Uebelstand und ohne besondere Kosten angewendet werden könnte.

Die Menge des für ein Wannenbad nöthigen Wassers beträgt mindestens 120 l, überschreitet in der Regel 150 l und kann leicht bis 200 l gehen.

Man könnte daran denken, das Badewasser, das doch meist erwärmt werden muss, vorher über die Abtödtungstemperatur der Cholerabacillen zu erhitzen, die nach den im Amsterdamer Laboratorium gemachten, anderweits bestätigten Untersuchungen von Dr. v. Geuns bei 58° C. gelegen ist; aber eine solche Erhitzung würde in der Hauspraxis besondere Aufsicht und eine Auswechslung der vorhandenen üblichen Oefen etc. erfordern. Da sonach die Aufgabe ist, eine solche Wassermenge mit chemischen Mitteln zu desinficiren, so mussten, wenn eine Desinfection in der Praxis ausführbar sein soll, Zusätze zum Bade gefunden werden, die schon in ausserordentlich geringen Mengen die Cholerabacillen im Wasser zu tödten im Stande sind.

Von selbst bot sich zunächst die Prüfung der Seife dar, die ja ohnehin als Desinfectionsmittel betrachtet werden muss; nach den gewöhnlichen Seifen musste an die sog. kosmetischen und an die mit desinficirenden Stoffen versetzten Seifen gedacht werden; endlich waren Zusätze von reinen Desinfectionsmitteln zu prüfen.

Zu den Untersuchungen wurden Culturen von Cholerabacillen verwendet, welche von einem im October 1892 dahier tödtlich abgelaufenen Falle von Cholera stammten. Von den Cholerabacterien wurde für die verschiedenen Versuchsreihen erst eine Agarcultur 18 bis 20 Stunden lang bei 37½° C. gezüchtet, und nach dieser Zeit 2 Oesen der Cultur in 4 ccm sterilisirter 0,75 %iger Kochsalzlösung durch Verreiben an den Wänden und sorgfältiges Mischen gut vertheilt. Dabei wurde besonders darauf geachtet, möglichst nur von der Cultur und nichts von Agar

oder der aus dem Agar eventuell ausgepressten Flüssigkeit mit in die Verdünnungsflüssigkeit überzunehmen. Von der, ausser den Cholerabacillen, an organischen Stoffen sonach armen Flüssigkeit wurden mit Hilfe einer geaichten Platinlocke bekannte Antheile, in der Regel 70 mg, in das zu behandelnde Wasser übergeführt und in diesem gleichmässig vertheilt. Als Wasser für die Versuche wurde in der Regel das der Leitung frisch entnommene Vechtwasser gebraucht, wovon stets 500 ccm in einen grossen sterilisirten Kolben gefüllt wurden. Das in den geeigneten Verdünnungen hergestellte Desinfectionsmittel wurde meist mit einer sterilisirten Pipette in der gewählten Menge dem Wasser beigefügt, unmittelbar möglichst gut vertheilt und sofort, nach 5, 10 und 15 Minuten, 70 mg herausgenommen, mit Gelatine vermengt und zu Platten ausgegossen. Vor der Beimengung war der Kolbeninhalt in einem Wasserbade auf die Anfangstemperatur eines Bades (33° C.) erwärmt; während des Versuches blieb der warme Kolben bei Zimmertemperatur stehen und kühlte so um mehrere Grade ab, entsprechend dem, was bei einem Wannenbade geschieht. Nach der Anfertigung der letzten Platte (nach 15 Minuten) wurden zur Controlle noch verschiedene Male Antheile des behandelten Wassers in Löffler-sche Bouillon gebracht oder zu einer fortgesetzten Schottelius-schen oder Arens'schen Cultur verwendet, von denen meist wiederum Plattenculturen gemacht wurden. Beizufügen ist noch, dass jedes Mal aus der, die Cholerabacillen enthaltenden Mischflüssigkeit die gleiche Menge in je zwei Kolben mit 500 ccm Wasser gebracht wurde. Während der eine Kolben zu den oben erwähnten Versuchen verwendet wurde, blieb der andere während der 15 Minuten des Versuches ohne weiteren Zusatz stehen und wurde nur von Zeit zu Zeit geschüttelt. Nachdem sodann die Platten aus dem ersten Kolben sämmtlich angefertigt waren, entnahm ich dem gut gemengten Inhalte des zweiten Kolbens meist 70 mg zur Anfertigung einer Gelatineplatte. Dies geschah, weil nach den im Auftrage von Prof. Forster von dessen Assistenten Herrn J. J. van Hest ausgeführten Versuchen Cholerabacillen, die dem Vechtleitungswasser zugesetzt werden, schon nach einer

Viertelstunde theilweise absterben; es war sonach dem Irrthum vorgebeugt, eine Verminderung der eingebrachten Bacterienmenge durch die Wirkung des Wassers als eine Wirkung des zugesetzten Mittels gelten zu lassen. Der Vergleich der Colonienzahl auf der Controllplatte mit den anderen Platten gab die Wirkung des Zusatzes sodann quantitativ zu erkennen.

Die Platten wurden bei 24° C., die Bouillon bei 37° C. im Brutschranke gehalten, und jeden Tag wiederholt nachgesehen, ob Choleracolonien sich entwickelt hatten. Sobald Colonien makroskopisch sichtbar waren, wurden sie in der Form von Klatsch- oder Ausstrichpräparaten mikroskopisch untersucht. Enthielten die mikroskopischen Präparate gekrümmte Stäbchen, und waren die Colonien denjenigen der Cholerabacillen ähnlich, so wurde die Anzahl derselben bestimmt. Waren innerhalb 7 Tagen noch keine Colonien zu sehen, so hielt ich die Desinfection für gelungen, da nach vielfachen Erfahrungen von Prof. Forster bei seinen Untersuchungen über die Wirkung von Creolin auf die Cholerabacillen nach dieser Zeit kein Aufkommen neuer, bzw. keine Vermehrung der Anzahl der schon früher entwickelten Colonien mehr beobachtet wird. Die Bouillonculturen wurden, wenn sie eine Trübung zeigten, mikroskopisch untersucht, und nachher durch Beifügung einiger Tropfen concentrirter Schwefelsäure auf die Cholerarothreaction geprüft. Insbesondere bei jenen Versuchen, bei welchen zu erwarten war, dass alle oder fast alle Cholerabacillen getödtet waren, habe ich, um volle Sicherheit zu haben, nach der Methode von Prof. Schottelius[1]) und nach derjenigen von Dr. Arens[2]) getrachtet, eventuell noch vereinzelt vorhandene Cholerabacillen aufzuspüren. Beide Methoden habe ich übrigens einigermassen abgeändert anwenden müssen. Bei der Methode von Schottelius nämlich nahm ich statt gleichen Theilen der zu untersuchenden Flüssigkeit und Löffler'scher Bouillon die Hälfte der Flüssigkeit und weniger, um zu verhindern, dass die mit dem Wasser vermengten bacterientödtenden Stoffe auch nun noch ihre Wirkung ausüben

1) Deutsche Medic. Wochenschr. Nr. 14, 1885.
2) Münch. Medic. Wochenschr. Nr. 10, 1893.

konnten. Bei der Arens'schen Methode habe ich statt 175 ccm der zu untersuchenden Flüssigkeit 75 ccm derselben genommen und brachte hiemit 25 ccm Pancreasbouillon mit 100 ccm destillirtem Wasser und 1 ccm einer 10%igen Kalilösung zusammen. Die Methoden haben hierdurch vielleicht an Schärfe eingebüsst; ich meinte aber, dass sie so für meinen Zweck besser brauchbar wären. Nachdem die so hergestellten Flüssigkeiten in der Regel bis zu 18 Stunden bei 37° C. gehalten waren, wurden von der Oberfläche mikroskopische Präparate gemacht und in zweifelhaften Fällen von der Oberfläche Platten mit Nährgelatine angelegt.

Da das Zählen der Colonien einen relativ ungenauen Befund gibt, wenn sehr viele Colonien sich auf den Platten entwickelt haben, so habe ich in den Tabellen, in denen die Resultate zusammengestellt sind, nicht die genaue Zahl, welche ich fand, angegeben, sondern nur die ungefähren Mengen; d. h. es ist angegeben, ob sich mehr als 2000, mehr als 1500, 1000, 750, 500, 250, 100, 75, 50 oder mehr als 25 Colonien entwickelt hatten. Dies bedeutet also, dass sich von ihnen mehr als die angegebene Zahl und weniger als die nächstfolgende auf den Platten vorfanden. Waren weniger als 25 Colonien entwickelt, so wurde die genaue Zahl mitgetheilt.

I. Wirkung der Seifen.

R. Koch schon hat gezeigt, dass den Seifen eine Wirkung auf das Leben und die Entwickelung von Bacterien zukommt. Er stellte beispielsweise fest, dass der Zusatz von Kaliseife zu dem Nährmedium von Milzbrandbacillen in einer Stärke von 0,2‰ das Wachsthum derselben behindert, bei 1‰ gänzlich aufhebt. Berücksichtigt man den Unterschied in der Widerstandsfähigkeit der Milzbrand- und Cholerabacillen z. B. gegen Wärme, wie er in den Versuchen von v. Geuns[1]) beobachtet wurde, so darf man hiernach schon erwarten, dass bei den Cholerabacterien durch viel stärkere Verdünnungen einer Seifen-

1) a. a. O., S. 6.

lösung nicht nur eine Entwickelungshemmung, sondern selbst eine Abtödtung erzielt werden könne.

Um einen Anhaltspunkt zu gewinnen, welche Verdünnung zu unseren Versuchen anzuwenden wäre, bestimmten wir zunächst die Menge Seife, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen bei einem Wannenbade von je einer Person gebraucht wird. Dies geschah durch Wägung des Seifeverbrauches bei Bädern oder durch Bestimmung der fetten Säuren im Badewasser. Die Menge der verbrauchten Seife ist selbstverständlich von verschiedenen Momenten abhängig, ausser von der Person des Badenden insbesondere von der Grösse der verwendeten Seifenstücke und von der Art des Schaumes; sie ist daher, wie zu erwarten, sehr ungleich in den verschiedenen Fällen. Ich fand sie von 12 bis 24 g per Wannenbad wechselnd. Rechne ich die Menge des Badewassers für ein Bad zu 150 bis 200 l, so würde dies einen Gehalt von 0,06 bis 0,16‰ Seife im Badewasser ausmachen. Dementsprechend wurde von uns als Ausgangspunkt für die experimentelle Ermittelung der untersten Grenze, bei welcher verschiedene Seifen die im Wasser enthaltenen Cholerabacillen zu tödten im Stande sind, eine etwas höhere Concentration als die oben gefundene, nämlich 0,24 pro mille, genommen, was einer Menge von 36 g Seife auf ein Bad von 150 l Wasser gleichkommen würde.

Von Seifen wurden benutzt: die im hygienischen Institute benutzte weisse Waschseife (Natronseife), grüne Schmierseife (Kaliseife) des Handels, und der nach der Vorschrift der Niederländischen Pharmakopoe bereitete Sapo Medicatus. Der Wassergehalt der angewendeten Seifen betrug bei: Waschseife 14,5 %, Schmierseife 42,7 %, Sapo Medicatus 7,3 %.

Von den Seifen wurde eine 10 % ige Lösung in destillirtem Wasser angefertigt und hiervon 1,2 ccm den 500 ccm mit Cholerabacillen versetzten Wassers zugemischt. In den folgenden Tabellen sind die Ergebnisse des Wachsthums der Cholerabacillen auf den Platten und in der Bouillon dargestellt. Die in der Tabelle zusammengestellten Zahlen geben die Anzahl der Colonien an, welche sich auf den Platten vorfanden, also die

Quantität der Cholerabacillen, welche in 70 mg des Wassers enthalten waren; es ist also ohne weiteres eine eventuelle Wirkung des Seifenzusatzes aus den Zahlen zu erkennen:

I.

Nach dem Zusatze	0,24 pro mille		
	Weisse Natronseife	Schmierseife	Sapo Medic.
Nach 1 Minute	> 2000	> 1500	> 2000
» 5 Minuten	> 2000	> 1500	> 2000
» 10 »	> 2000	> 1500	> 2000
» 15 »	> 2000	> 1500	> 2000
» 15 » (in Bouillon)	Entwickelung	Entwickelung	Entwickelung
Ohne Seifenzusatz	> 2000	> 1500	> 2000

II.

Nach dem Zusatze	2,4‰		
	Weisse Natronseife	Schmierseife	Sapo Medic.
Nach 1 Minute	> 750	> 500	2
» 5 Minuten	> 100	> 50	1
» 10 »	> 100	0	1
» 15 »	> 50	0	0
» 15 » (in Bouillon)	Entwickelung	keine Entwick.	keine Entwick.
Ohne Seifenzusatz	> 2000	> 1500	> 2000

III.

Nach dem Zusatze	3‰ weisse Natronseife	1,8‰ Sapo Medicatus	1,2‰ Sapo Medicatus
Nach 1 Minute	0	> 100	> 2000
» 5 Minuten	0	> 50	> 1500
» 10 »	0	10	> 1500
» 15 »	0	10	> 1500
» 15 » (in Bouillon)	keine Entwick.	Entwickelung	Entwickelung
Ohne Seifenzusatz	> 2000	> 2000	> 2000

Eine Seifenmenge sonach, welche gewöhnlich bei einem Bade verbraucht wird, ist nicht im Stande, Cholerabacterien in Wasser

zu tödten; erst eine Menge, die 20 bis 50 Mal grösser ist, als dem wechselnden Seifenverbrauche entspricht, würde hierzu genügen. Doch ist deutlich zu erkennen, dass die Schmierseife und auch Sapo Medicatus eine stärkere Wirkung entfalten als die gewöhnliche weisse Natronseife.

Bei Sapo Medicatus, den wir theilweise für die Versuche der folgenden Serie noch zu benutzen hatten, kann als Grenzwerth für die Wirkung, die auf im Wasser anwesende Cholerabacillen innerhalb 15 Minuten ausgeübt wird, ein Gehalt von 2,4 ‰ angenommen werden, während bei 1,8 ‰ nur eine theilweise Abtödtung und eine Abschwächung erzielt wird, welche letztere sich durch ein verzögertes Aufkommen der Colonien auf den Platten zu erkennen gibt.

II. Wirkung von zusammengesetzten Seifen.

Aus den eben beschriebenen Versuchen geht hervor, dass die Seife allein zur Desinfection des Bade- oder Waschwassers nicht genügend ist, da sie hier in zu grossen Quantitäten angewendet werden müsste. Die Frage war daher zunächst, ob einzelne der bereits vielfach angewendeten, käuflichen, zusammengesetzten Seifen, insbesondere diejenigen, die einen Gehalt an besonderen desinficirenden Stoffen haben, etwa zu den genannten Zwecken verwendet werden könnten. Da zur Zeit in unserem Laboratorium gerade Controllbestimmungen über das Desinfectionsvermögen von käuflichem Creolin gemacht wurden, so wurde zunächst eine im Handel vorkommende Creolinseife, die nach Angabe 5% Creolin enthielt, zu den Versuchen verwendet. Wie in den bereits angegebenen Versuchen, liess ich auch hier zunächst eine wie oben hergestellte Verdünnung von 0,24 ‰ der 5%igen Creolinseife einwirken. Da bei dieser Verdünnung nach 15 Minuten eine Verminderung der Anzahl von Cholerabacillen nicht zu erkennen war, so wurde wie früher eine 10mal stärkere Creolinseifenmenge, also 2,4‰, zugesetzt. Nun ergab sich, dass bereits eine Minute, nachdem der Zusatz der Creolinseife zu dem Cholerabacillen haltenden Wasser (mehr als 2000 Cholerabacillen in 70 mg) erfolgt war, diese alle getödtet waren; noch auf den

Platten, noch in der Bouillon, die mit dem behandelten Wasser geimpft war, kam es zu einer Entwickelung der Cholerabacterien[1]).

Um nun den Grenzwerth der Wirkung der Creolin- und anderer Seifen zu bestimmen, verwendete ich nicht mehr die käuflichen Seifen, deren Gehalt an dem Desinfectionsmittel Schwankungen unterliegen kann, sondern ich bereitete eine 10%ige Lösung von Sapo Medicatus, dessen Minimalwirkungswerth etwa bei 2,4 ‰ gelegen ist, in destillirtem Wasser, und mischte diesem jedesmal, bei den auszuführenden Versuchen, die gewünschte Menge des Creolins, Lysols, Carbolsäure u. s. w. zu, in der Regel soviel, dass der Gehalt der Seife an desinficirender Substanz dem Gehalt der käuflichen Seifen entsprach.

Um beispielsweise eine 5%ige Creolinseifenlösung in einer Stärke von 1,8 % einwirken zu lassen, brachte ich 9 ccm einer Lösung, die 10% Sapo Medicatus und 0,5% Creolin enthielt, in die 500 ccm des Cholerabacillen haltenden Wassers und fertigte dann in der beschriebenen Weise die Plattenculturen an.

Ich erhielt nun folgende Resultate:

I.

Nach dem Zusatze	1,2‰ einer 5%igen Creolinseife
Nach 1 Minute	> 2000
» 5 Minuten	> 1500
» 10 »	> 1500
» 15 »	> 1500
» 15 » (in Bouillon)	Entwickelung
Ohne Zusatz	> 2000

1) Man könnte vermuthen, dass hier die Entwickelung dadurch verhindert worden wäre, dass mit dem Wasser auch geringe Mengen der Creolinseife in das Nährmedium übergeimpft wurden. Schon die erste Versuchsreihe mit Creolinseife, die, wie oben erwähnt, positive Resultate ergab, macht dies unwahrscheinlich; dass dies jedoch in der That nicht der Fall ist, geht aus Controllbestimmungen hervor, die Prof. Forster bei der Prüfung des durch die Gemeinde Amsterdam angekauften Creolins angewendet hat, und die ich ebenfalls bei den später zu meldenden Sublimatversuchen wiederholt habe. Es wurden nämlich aus einer Cholerabacillen haltenden Flüssigkeit mehrere Röhrchen mit Nährgelatine oder Bouillon geimpft und einzelnen der letztern

II.

Nach dem Zusatze	Sapo Medic. allein	1,8 ‰ Sapo Medic. mit 5%				
		Creolin	Carbolsäure	Salicylsäure	Lysol	Theer
Nach 1 Minute	> 100	> 25	> 500	> 1000	> 100	> 100
» 5 Minuten	> 50	13	> 150	> 750	17	12
» 10 »	10	0	> 150	> 500	9	0
» 15 »	10	0	> 100	> 500	7	0
» 15 » (in Bouillon)	Entwick.	keine Ent.	—	—	Entwick.	—
Ohne Zusatz	> 2000	> 2000	> 2000	> 2000	> 1500	> 1000

III.

Nach dem Zusatze	1,8 ‰ Sapo Medic. mit		
	Ol. Menth. piperit.		Ol. Cinnamon.
	3 %	6 %	3 %
Nach 1 Minute	> 250	> 100	> 100
» 5 Minuten	22	> 75	12
» 10 »	20	15	0
» 15 »	17	10	0
» 15 » (in Bouillon)	—	—	keine Entwick.
Ohne Zusatz	> 2000	> 2000	> 2000

In der angewendeten Menge der Seifen tödten sonach nur die Creolin- und Theer- und die mit Zimmetöl versetzten Seifen in Wasser enthaltene Cholerabacillen innerhalb 15 Minuten, während bei den anderen, in der gleichen Zeit, nur eine Verminderung der Zahl, aber keine völlige Vernichtung erzielt wird.

Doch möchte ich eine Bemerkung hier nicht unterlassen. Wenn man nämlich die Zahlen dieser Tabellen mit den Ergebnissen der oben beschriebenen Versuche mit Sapo Medicatus

die doppelte Menge von Creolin beigefügt, welche bei dem Ueberimpfen von einer mit dem verdünnten Creolin behandelten, Cholerabacillen haltenden Flüssigkeit in die Nährgelatine übergebracht sein konnte; wurden z. B. 10 ccm einer Cholerabacillen haltenden Bouillon mit Creolin zu 1 ‰ gemengt, um dann von hier aus mit 45 mg Platten zu machen, so waren in den 45 mg enthalten 0,045 mg Creolin. Controllbestimmungen zeigten nun, dass durch einen Zusatz von 0,09 mg Creolin zu 10 ccm Nährgelatine oder Löffler'scher Bouillon das Wachsthum der Cholerabacillen nicht im Mindesten verhindert wurde.

allein vergleicht, so sieht man, dass die Beifügung von Desinfectionsmitteln nicht in allen Fällen eine Erhöhung der bacterientödtenden Eigenschaften der Seife nach sich zieht; im Gegentheil die Zufügung von Carbol- und Salicylsäure verringert die Wirkung des Sapo Medicatus. Bei näherer Ueberlegung war dies zu erwarten gewesen; denn durch den Zusatz von Salicyl- oder Carbolsäure zu einer Lösung von Sapo Medicatus musste ein Theil der Seife umgesetzt werden und salicylsaures, respective phenylsaures Natron und freie Fettsäure sich bilden. Diese Umsetzung muss natürlich die bacterientödtenden Eigenschaften der Lösung abschwächen, da hierdurch die Menge der Seife vermindert und die desinficirende Wirkung der Salicyl- resp. der Carbolsäure aufgehoben wird. Dass diese Umsetzung wirklich stattfindet, kann man leicht erkennen, wenn man zu einer Lösung von Sapo Medicatus eine genügende Menge von Salicylsäure bringt; es entstehen hierbei freie Fettsäuren, welche auf der Oberfläche der Flüssigkeit schwimmen, und welche in Aether aufgenommen werden können.

Da es eine käufliche Salicylseife (5%) gibt, habe ich auch diese auf ihre antibacteriellen Eigenschaften untersucht, um zu ermitteln, ob sie freie Salicylsäure enthält. Dies war zu erwarten, da man es, wie aus weiteren noch folgenden Experimenten hervorgeht, in der Herstellung sog. medicinischer Seifen sehr weit gebracht hat. Es sind nämlich in ihnen die meisten beigesetzten Arzneien oder Desinfectionsmittel unzersetzt vorhanden.

Ich fand nun bei einer Concentration von 1,8 ‰ der käuflichen Salicylseife (nach der Angabe mit einem Gehalt von 5% Salicylsäure):

IV.

Nach dem Zusatze	Käufl. Salicylseife 1,8 ‰
Nach 1 Minute . .	> 500
» 5 Minuten . .	> 100
» 10 » . .	> 100
» 15 » . .	> 50
Ohne Zusatz . . .	> 1500

Die käufliche Seife wirkt also wohl besser als die, welche ich selbst hergestellt hatte, aber nicht besser als Sapo Medicatus in der gleichen Concentration.

Die übrigen dem Sapo Medicatus zugesetzten Stoffe, die bekanntlich auch Cholerabacillen schnell zu tödten im Stande sind, sowie die ätherischen Oele [1]), von welchen verschiedene zur Herstellung der kosmetischen Seifen benützt werden, hatten alle die Wirkung der Seife allein höchstens um ein Geringes erhöht. Dies hat allerdings nichts Befremdendes, wenn man bedenkt, welch' geringe Menge der Stoffe in der angewendeten Seifenmenge sich befand. So enthält eine Lösung einer 5 %igen kosmetischen oder antiparasitischen Seife, in einer Concentration von 1,8 ‰, nur 0,09 ‰ der zugesetzten Stoffe. Der Grenzwerth der Wirkung der gebrauchten Antiseptica ist aber viel höher. R. Koch z. B. fand als Grenzwerth für die Entwickelungshemmung von Cholerabacillen bei Carbolsäure 1—400, bei Ol. Menth. pip. 1—2000. Der Grenzwerth der die Bacillen tödtenden Quantität ist selbstverständlich noch höher; bei Creolin beträgt derselbe beispielsweise nach den Bestimmungen von Prof. Forster [2]) 0,92 pro mille. Man hat sich also nicht zu verwundern, dass jene minimalen Quantitäten der Stoffe, welche in der Seifenlösung vorhanden sind, entweder keine oder nur eine äusserst geringe Wirkung auf die Choleravibrionen ausüben.

Wie aus den Resultaten meiner Experimente hervorgeht, ist es also nicht möglich, weder mit den in der Praxis anwendbaren Mengen von reinen Seifen, noch mit den genannten zusammengesetzten Seifen die eventuell im Badewasser anwesenden Cholerabacillen zu tödten; die Concentrationen, welche man dazu bedarf, sind viel zu stark; im Badewasser ist nach dem Bade 0,06 bis 0,16 ‰ Seife enthalten, aus den Versuchen aber geht hervor, dass man von den stärkst wirkenden Seifen, nämlich den Creolin-, Lysol-, Theer-, Zimmtöl- und Pfefferminzöl-Seifen, eine Concentration von 1,8 ‰ braucht, also das Zehnfache derjenigen Quantität, welche beim wirklichen Baden verbraucht wird.

1) Vergl. z. B. v. Ketel, Pharmaceutisch Weekblad, 1892, Nr. 20.

2) Pharmaceutisch Weekblad, 1889, Nr. 2 u. 1892, Nr. 31.

Indessen war noch an einen besonderen Umstand zu denken. Da nämlich in der Praxis wohl nie eine so grosse Menge Cholerabacillen im Wasser vorkommt, als ich bis jetzt mit den Seifenlösungen behandelt hatte, und da die Zahl der Bacterien zweifellos bei starken Verdünnungen die Menge der zu ihrer Tödtung nöthigen Desinfectionsmittel beeinflusst [1]), so habe ich auch Experimente mit einer geringeren Zahl Bacillen angestellt. Man konnte denken, dass es auf diese Art möglich wäre, die Concentration der Seifenlösung herabzusetzen. Auf den Controllplatten waren bis jetzt fast stets mehr als 2000 Colonien von Cholerabacillen zur Entwickelung gekommen; es waren sonach in 70 mg des Wassers mehr als 2000 Cholerabacillen vorhanden oder in 1 ccm mehr als 28 500. Soviel Cholerabacillen sind aber in Wirklichkeit wohl kaum in einem natürlichen Wasser zu erwarten, und noch weniger also in einem filtrirten Wasser, um welches sich unsere Versuche drehten. Denn bekanntlich ist es bis jetzt nur in relativ wenigen Fällen und mit Hilfe besonderer, von der gewöhnlichen Plattencultur abweichender Methoden gelungen, die Gegenwart von Cholerabacillen in natürlichen Wässern nachzuweisen.

Um nun bei Versuchen mit einer geringeren Zahl der Cholerabacillen diese auf den Platten zur Entwickelung zu bringen und deren Menge festzustellen, musste ich natürlich eine grössere Quantität des angewendeten, mit Seifenlösung versetzten Wassers in Nährgelatine bringen, z. B. statt 2 Spiralen, wie in den vorhergehenden Experimenten, jetzt $^1/_2$ ccm. Dies würde aber zur Folge haben, dass auch weit mehr der schon vorher im Wasser [2]) vorhandenen Bacterien auf die Platten gebracht würden, und dies würde die Erkennung und Zählung der Choleracolonien und daher die Ausführung der Versuche erschweren; ich habe daher bei den weiteren Versuchen zunächst statt des gewöhn-

---

1) Zeitschrift für Hygiene, 1890, S. 405. Uebrigens hat hierauf schon Naegeli in seinen Vorlesungen über die niederen Pilze (München 1877) aufmerksam gemacht.

2) Das Wasser (Vechtwasser), welches ich in meinen Experimenten verwendete, enthält ungefähr 50—100 Bacterien pro Cubikcentimeter.

lichen Leitungswassers solches angewandt, das durch Kochen vorher sterilisirt worden war. Ich richtete nunmehr die Versuche folgendermassen ein: Eine Platinöse von einer etwa 20 Stunden alten Agarcultur von Cholerabacillen vertheilte ich durch Verreiben in 8 ccm Verdünnungsflüssigkeit; 1 Spirale (35 mg) dieser Flüssigkeit brachte ich in 500 ccm sterilisirten und auf 33° C. erwärmten Wassers. Nach gehörigem Umschütteln brachte ich ½ ccm dieses Wassers mittelst einer sterilisirten Pipette in Nährgelatine und goss diese zur Platte aus, die als Controllplatte zu dienen hatte. Alsdann wurde soviel der 10%igen Seifenlösung in das Wasser gebracht, dass die Lösung diejenige Concentration erhielt, deren Wirkung ich eben prüfen wollte. Unmittelbar darauf wurde nun eine Platte angefertigt mit ½ ccm des mit der Seifenlösung versetzten, cholerabacillenhaltigen Wassers, 5 Minuten später wieder eine und ebenso nach 10 und 15 Minuten. Nachdem die letzte Platte gemacht worden war, brachte ich noch ½ ccm des behandelten Wassers in 10 ccm Löffler'scher Bouillon, welche nachher in den Brutschrank gestellt wurde. Letzteres that ich, um zu erfahren, ob hierbei noch Cholerabacillen zur Entwickelung zu bringen wären, wenn etwa das Plattenverfahren im Stich liesse. Behring[1]) gibt bekanntlich an, dass Desinfectionsversuche, welche mit pathogenen Mikroorganismen angestellt werden, mittelst Bouillonproben ausgeführt werden müssen, da er gefunden hat, dass mitunter, wenn das Plattenverfahren ein negatives Resultat gibt, in der Bouillon noch Bacterien zur Entwickelung kommen können. Er erklärt dies mit der Annahme, dass die Bouillonculturen bei einer den Lebensbedingungen der pathogenen Bacterien besser entsprechenden Temperatur angestellt werden können. Bei den Cholerabacterien ist dies jedoch nach den Erfahrungen von Prof. Forster nicht der Fall, wenn man nur zur Anfertigung der Platten eine 10%ige Nährgelatine anwendet, die bei der Bereitung im Ganzen nicht länger als 40 Minuten bis zur Kochtemperatur des Wassers erhitzt worden ist, und welche deshalb auf der Platte

1) a. a. O.

leicht bei 24° C. gehalten werden kann, ohne dass man Gefahr läuft, dass sie weich wird oder zerfliesst[1]). Bei dieser Temperatur aber entwickeln sich einzelne in die Nährgelatine übergeimpfte Cholerabacillen mindestens ebenso gut, als in der Löffler'schen Bouillon bei Körpertemperatur. Auch ich habe bei meinen Versuchen stets gefunden, dass, wenn die letzte Platte keine Choleracolonien mehr enthielt, auch die Bouillon klar, also cholerabacillenfrei blieb.

Bei diesen Versuchen konnte ich, anders wie früher, die Controlplatte unmittelbar anfertigen, nachdem die Choleravibrionen dem Wasser zugesetzt worden waren; ich brauchte damit nicht, wie bei meinen vorhergehenden Versuchen, so lange zu warten, wie das Experiment mit dem Seifenzusatze dauerte, da in dem sterilisirten Wasser nicht wie in dem frischen Leitungswasser eine Abnahme der Cholerabacillen stattfindet.

Die Resultate bei einer Seifenlösung von 1,8 ‰ waren folgende (die Zahlen in den folgenden Tabellen geben die Anzahl Cholerabacillen an, welche sich in ½ ccm des Wassers vorfanden):

V.

Nach dem Zusatze	Sapo Medicat. 1,8 ‰	Sapo Medicat. 1,8 ‰ mit 5 %	
		Creolin	Lysol
Nach 1 Minute	> 50	> 50	> 75
» 5 Minuten	0	6	6
» 10 »	0	0	3
» 15 »	0	0	1
» 15 » (in Bouillon)	keine Entwick	keine Entwick.	Entwickelung
Ohne Zusatz	> 250	> 250	> 250

Da auch das Ergebnis dieser Versuchsreihe nicht derart war, dass ich erwarten konnte, für die Praxis brauchbare Resultate

1) Ein solches in unserem Laboratorium übliches Verfahren für die Bereitung der Nährgelatine wurde mit Rücksicht auf die Bedürfnisse der indischen Militärärzte angewendet, die vielfach in der Bacteriologischen Abtheilung des Amsterdamer hygienischen Institutes thätig sind. Vergl. übrigens auch Straub, Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde, 1892, II, p. 514.

zu erlangen, wiederholte ich diese Versuche weiter nicht mehr bei schwächeren Concentrationen.

Mit Sapo Medicatus in einer Verdünnung von 1,8 ‰ habe ich noch folgenden Versuch ausgeführt. In zwei Kolben, jeder mit 500 ccm Wasser, brachte ich 2 Spiralen einer Verdünnungsflüssigkeit, in welcher 2 Platinösen einer Agarcultur von Cholerabacillen vertheilt worden waren. Von beiden fertigte ich mit 2 Spiralen (= 70 mg) Platten an und liess nun den einen Kolben 2 Stunden, den anderen 4 Stunden bei Zimmertemperatur stehen. Nach dieser Zeit erwärmte ich sie auf 33° C., fügte soviel einer 10%igen Sapo Medicatus-Lösung hinzu, dass das Wasser einen Gehalt von 1,8 ‰ Seife erhielt, und machte nun erst die Platten in der gleichen Weise wie in den vorhergehenden Reihen, ebenfalls mit 2 Spiralen (= 70 mg) des mit Seife versetzten Wassers. Die Controllplatten wurden angelegt, bevor ich die Seifenlösung hinzusetzte.

Dieses Experiment wurde noch ausgeführt, um zu erfahren, ob eine schädigende Wirkung, welche das Verbleiben in gewöhnlichem Wasser auf Cholerabacillen ausübt, vielleicht einen verstärkenden Einfluss auf die Wirkung der Seife hätte. Dass eine Abschwächung und Verminderung der Anzahl von Cholerabacillen im Wasser stattfindet, haben bekanntlich schon verschiedene Autoren erfahren. Ueber das Verhalten von Cholerabacillen, die dem Vechtleitungswasser zugesetzt werden, hat im Auftrage von Prof. Forster Herr van Hest, Assistent am hygienischen Institut dahier, wie bereits erwähnt, einige Versuche angestellt, deren Resultate er mir freundlichst zur Verfügung überliess. Es zeigte sich hierbei, dass die in das Wasser der »Vechtwaterleiding« gebrachten Choleravibrionen innerhalb kurzer Zeit stark an Menge abnehmen, sodass in einem seiner Versuche schon nach 30 Minuten keine Bacillen mehr aufzufinden waren[1]);

1) Dies ist für die Beurtheilung der praktischen Verhältnisse nicht ganz unwichtig, weil beim Maximum-Stundenverbrauch die Zeit, in welcher ein Wassertheilchen von den in der Nähe der Vecht gelegenen Filterwerken nach Amsterdam gelangt, immer noch 1 Stunde für das Filtriren und 3 Stunden für die Strömung in der Zuleitungsröhre nach Amsterdam beträgt.

die längste Zeit, nach welcher noch Cholerabacillen selbst nach sehr reichlichem Zusatze derselben zum Vechtwasser (bei Temperaturen von 16 bis 20° C.) gefunden werden konnten, war zwischen 29 und 47 Stunden. Man kann also annehmen, dass in seinen Versuchen längstens nach 2 × 24 Stunden alle in das Wasser gebrachten Cholerabacillen getödtet waren.

Ich meinte nun von dieser in unserem Wasser stattfindenden Abschwächung Gebrauch machen zu können. Wenn Cholerabacillen im Badewasser der Wohnungen, die mit der Vechtwasserleitung verbunden sind, vorkommen sollten, so müssten sie schon einige Zeit, mindestens stundenlang, im Wasser anwesend gewesen sein; denn der Weg, den das Wasser von der Vecht aus erst nach den Filteranlagen, dann durch die Filter und endlich in der Leitung nach Amsterdam zurückzulegen hat, beträgt mehr als 20 Kilometer; eine Beimengung von Cholerabacterien zum Wasser innerhalb der Leitung ist aber ausgeschlossen. Die Schädigung, welche die Bacillen somit schon erlitten haben — so könnte man vermuthen —, würde zur Folge haben, dass der Concentrationsgrad eines Desinfectionsmittels, der zu ihrer Tödtung nöthig ist, erniedrigt würde.

Die Resultate dieser Versuchsreihe waren nun:

VI a.

Nach dem Zusatze	Sapo Medic. 1,8 ‰
Nach 1 Minute . . .	> 500
» 5 Minuten . . .	> 75
» 10 » . . .	> 50
» 15 » . . .	> 25
» 15 » (in Bouillon)	Entwickelung
Ohne Zusatz:	
Sofort	> 2000
Nach 2 Stunden . .	> 1000

VI b.

Nach dem Zusatze	Sapo Medic. 1,8 ‰
Nach 1 Minute . . .	> 250
» 5 Minuten . .	> 50
» 10 » . . .	14
» 15 » . . .	9
» 15 » (in Bouillon)	Entwickelung
Ohne Zusatz:	
Sofort	> 2000
Nach 4 Stunden . .	> 500

Die Resultate waren also nicht befriedigend; wohl hatte ich nach 2 und 4 Stunden weit weniger Bacillen auf den Platten, die Wirkung der Seife aber wurde nur sehr wenig verstärkt.

Ich meine, dass dies mit der relativ grossen Zahl von Bacillen zusammenhängt, welche das Wasser noch enthielt, als ich die Seifenlösung zufügte. In dem ersten Falle waren mehr als 1000, in dem zweiten mehr als 500 Cholerabacillen in 70 mg Wasser, also in den 500 ccm mehr als 2130000, resp. 1650000. Vergleicht man diese Zahlen mit denjenigen, welche ich in dem Versuche mit der geringeren Quantität Bacillen gewonnen hatte, so findet man, dass hier ungefähr 20 resp. 10 Mal mehr Bacillen im Wasser waren, bevor die Seife zugesetzt worden war. Dies erklärt auch, weshalb im vorhergehenden Versuche schon nach 15 Minuten alle Bacillen abgetödtet waren, während in diesem noch nach einer Viertelstunde vereinzelte Bacillen aufzufinden waren.

Also auch durch diese Aenderungen in den Versuchen war die Concentration der Seifenlösungen nicht dermaassen zu verringern, dass sie für die Praxis anwendbar würden.

III. Wirkung von Sublimatseife und Sublimat.

Die Hoffnung, dass die Seife allein oder die bisher genannten kosmetischen oder antiparasitischen Seifen unserem Zwecke entsprechen könnten, war nach den obigen Versuchen hinfällig. Ganz andere Resultate jedoch, als die bisher besprochenen Versuche, ergab die Anwendung der Sublimatseife, deren bacterientödtende Eigenschaften bekanntlich da, wo es sich um die Desinfection der Haut und der Hände u. s. w. handelte, schon öfter mit Erfolg geprüft worden sind. Schon bei den ersten Versuchen zeichnete sich die käufliche Sublimatseife, die 1% Sublimat enthält, durch ihre äusserst starke Wirkung aus: sie tödtete, wie unten zu ersehen, in einer sehr geringen Concentration, schon bei 1,2 ‰ unmittelbar alle in Wasser anwesenden Cholerabacillen. Befremdend ist dies nicht, wenn man sich vergegenwärtigt, dass die Lösung dieser Seife in der oben genannten Concentration immer noch 0,012‰ Sublimat enthält, was einer Lösung von 1—63333 entspricht. Hünermann[1]) giebt an, dass Cholera-

1) Vergl. Behring, Zeitschr. f. Hygiene, Bd. IX, S. 401.

bacillen schon bei einer Lösung von 1—100000 Sublimat innerhalb einer Stunde abgetödtet werden, wenn die Lösung in Bouillon gemacht wird, und Behring[1]) sagt: »Bacillen, die in Wasser vertheilt sind, werden z. B. schon in wenigen Minuten durch ein Sublimatgehalt von 1—500000 sicher getödtet, während man dazu in Bouillon eine Lösung von 1—40000 bedarf, und ein Sublimatgehalt von 1—2000 in Blutserum noch nicht immer dazu ausreicht.« Hieraus würde folgen, dass ein Sublimatgehalt von 1—1250000 schon ausreiche, die Cholerabacillen in Wasser zu tödten; denn die Wirkung des Sublimats ist nach Behring in Wasser 12,5 mal so stark wie in Bouillon. Indessen, wie man aus den von uns angestellten Versuchen erkennen kann, ist ein noch viel geringerer Sublimatgehalt schon im Stande, die in Wasser vertheilten Cholerabacillen innerhalb 15 Minuten zu vernichten.

Die ersten Versuche nun, die durch uns mit der käuflichen Sublimatseife[2]), die 1% Sublimat enthält, angestellt wurden, ergaben die nachstehend zusammengestellten Resultate:

I.

Nach dem Zusatze	Sublimatseife 1%	
	2,4 ‰	1,2 ‰
Nach 1 Minute	0	0
» 5 Minuten . . .	0	0
» 10 » . . .	0	0
» 15 » . . .	0	0
» 15 » (in Bouillon)	keine Entwick.	keine Entwick.
Ohne Zusatz	> 2000	> 2000

Die Sublimatseife tödtet sonach in den oben genannten Verdünnungen schon unmittelbar die Cholerabacillen, die in Wasser anwesend sind. Diese Ergebnisse ermunterten selbstverständlich, noch stärkere Verdünnungen anzuwenden und speciell den niedersten Grenzwerth aufzusuchen, bei dem ein Sublimatseifezusatz

1) Behring, Zeitschr. f. Hygiene, Bd. IX, S. 399.

2) Bei einfachen Mengen des Sublimats mit Sapo Medicat. wird ersteres zersetzt und unwirksam.

zu Wasser, das Cholerabacterien enthält, diese noch innerhalb der Zeit, die ein Bad in Anspruch nimmt, vernichtet. Ein Vergleich der Versuche mit Sapo Medicat. u. s. w. und Sublimatseife lässt nun erkennen, dass die beobachtete Wirkung der letzteren wesentlich dem Sublimatgehalte zuzuschreiben ist. Es erschien uns daher zweckmässig, für die Feststellung der Wirkungsgrenze nächst der Seife auch das Sublimat selbst anzuwenden. Mit Rücksicht auf den Zweck der Untersuchungen wurden dem Wasser auch nicht allzu grosse Mengen von Cholerabacillen zugesetzt; während sonst die Versuche in der gleichen Weise wie früher angeordnet waren, wurde zunächst statt des frischen Vechtleitungswassers, sterilisirtes Wasser gebraucht, und hiervon ½ ccm zur Anlegung der Platten verwendet. Ich erhielt dabei folgende Resultate:

II.

Nach dem Zusatze	Sublimatseife (mit 1% Sublimat)				
	0,24 ‰ = 1 : ± 4000	0,12 ‰ = 1 : ± 8000	0,06 ‰ = 1 : ± 16 000	0,03 ‰ = 1 : ± 33 000	0,006 ‰ = 1 : ± 160 000
Nach 1 Minute	0	> 100	> 750	> 1000	> 750
» 5 Minuten . . .	0	0	> 50	> 500	> 500
» 10 » . . .	0	0	0	0	> 50
» 15 » . . .	0	0	0	0	3
» 15 » (in Bouillon)	keine Entw.	keine Entw.	keine Entw.	keine Entw.	Entwickel.
Ohne Zusatz	> 1000	> 1000	> 1000	> 1000	> 750

III.

Nach dem Zusatze	Sublimat in der Concentration von				
	0,0024 ‰ = 1 : ± 400 000	0,0012 ‰ = 1 : ± 800 000	0,0006 ‰ = 1 : ± 1600 000	0,0003 ‰ = 1 : ± 3000 000	0,00003 ‰ = 1 : ± 30 000 000
Nach 1 Minute . .	0	0	20	> 250	> 250
» 5 Minuten . .	0	0	0	0	2
» 10 » . .	0	0	0	0	0
» 15 » . .	0	0	0	0	0
» 15 » (i. Bouill.)	keine Entw.	keine Entw.	keine Entw.	keine Entw.	keine Entw.
Ohne Zusatz . . .	> 1000	> 1000	> 750	> 1000	> 750

Aus den Tabellen geht hervor, dass das Sublimat eine ganz ausserordentlich starke Wirkung auf die in reinem Wasser enthaltenen Cholerabacterien ausübt: eine Lösung von 0,00003 ‰, also 1 : + 30000000, ist schon ausreichend um sie zu tödten. Auf den ersten Blick erscheint dies erstaunlich; allein wenn man berechnet, wieviel Sublimat, das in der so stark verdünnten Lösung enthalten ist, auf jede einzelne der 1000 Bacillen kommt, die in je ½ ccm Wasser eingebracht wurden, so begreift man, dass die erhaltenen Resultate nicht so unglaublich sind. Nimmt man an, dass eine in der Agarcultur gewachsene Cholerabacille 1 Mikron lang, 0,1 Mikron dick und 0,1 Mikron breit ist, so beträgt das Volum einer Cholerabacille 0,01 Cubikmikron. 1 cmm = 1000000000 Cubikmikron; also kann 1 cmm 100000000000 = 100 Milliarden Cholerabacillen enthalten. Nimmt man weiter an, dass das spec. Gew. der Choleravibrionen dem des Blutes gleichkommt, also ungefähr 1050 ist, so würden die 100 Milliarden Bacillen 1,05 mg wiegen, also 2000 Bacillen 0,000000021 mg. Diese 2000 Bacillen befinden sich in 1 ccm, in denen 0,00003 mg Sublimat enthalten sind; jeder Bacillus kann also immer noch 1426 Mal seines eigenen Gewichtes an Sublimat in der Lösung für sich finden. Diese Berechnung lässt erkennen, dass solche minimale Quantitäten von Sublimat, wie in einer Lösung von 1—30000000, also von 1 g auf 30000 kg Wasser, wohl noch im Stande sind, eine so starke Wirkung auf die Cholerabacillen auszuüben.

Vergleicht man die beiden vorstehenden Tabellen mit einander, dann sieht man, dass das Sublimat allein eine viel stärkere Wirkung ausübt als die Sublimatseife mit einem der gleichen Verdünnung entsprechenden Sublimatgehalte. Die Sublimatseifenlösung von 0,24 ‰ z. B. entspricht, da die Seife 1 % Sublimat hält, einem Sublimatgehalt von 0,0024 ‰. Die geringere antibacterielle Wirkung der Seife ist in verschiedener Weise zu erklären. Einmal enthält die Seife sicherlich nicht genau 1 % Sublimat; sodann ist es nicht unwahrscheinlich, dass trotz der eigenthümlichen Herstellung der auf die Dauer wirksam bleibenden Sublimatseife ein Theil des hinzugesetzten Sublimats chemisch

umgesetzt und dadurch ausser Function gestellt wurde; endlich ist denkbar, dass, ähnlich wie wir bei der Salicyl- und Carbolsäure erfahren haben, ein Theil des Sublimates umgesetzt wird, sobald die Seife in Lösung gebracht wird. Soviel uns bekannt ist, wird die Herstellung einer guten, haltbaren Sublimatseife als ein Fabriksgeheimnis betrachtet. Diejenige, mit welcher ich experimentirte, ist nach den obigen Versuchen jedenfalls gut zubereitet gewesen; sie enthielt, wenn auch vielleicht nicht den vollen angegebenen Sublimatgehalt, doch so viel freies Sublimat, dass die desinficirende Wirkung der Seife durch den Zusatz in hohem Maasse verstärkt worden ist.

Man könnte daran denken, dass das Ausbleiben einer Entwickelung der Cholerabacillen in meinen Versuchen davon abhängig gewesen wäre, dass eine zu grosse Quantität Sublimat bei der Ueberführung des Wassers in die Gelatine der Platten gebracht wurde. Wie ich oben schon angeführt habe, haben wir uns davon überzeugt, dass ein derartiger Einfluss bei unseren Seifen-Versuchen nicht wirksam war. Dass Aehnliches auch bei den Sublimatversuchen nicht der Fall war, habe ich, wie in Prof. Forster's Laboratorium bei Desinfections-Versuchen üblich ist, folgendermaassen nachgewiesen. Die stärkste Sublimatlösung, womit ich experimentirte, war 0,0024 ‰. Jeder ½ ccm dieser Lösung, die Menge also, welche ich zur Anlegung der Platten verwendete, enthielt sonach 0,0012 mg. Das Zehnfache dieser Quantität, 0,012 mg, nämlich 1,2 ccm einer 0,01 ‰ Sublimatlösung brachte ich in 10 ccm Nährgelatine, unmittelbar nachdem diese mit einer Spirale aus 500 ccm Wasser geimpft worden war, in welchem ungefähr so viel Cholerabacillen vertheilt waren als in den vorhergehenden Versuchen, und goss dann die Gelatine zur Platte aus. Nach 2×24 Stunden schon hatten sich auf dieser Platte mehr als 750 Choleracolonien entwickelt; es hatte also keinerlei Abtödtung oder Entwickelungshemmung bei einem Sublimatgehalte der Nährgelatine von 1—833 000 stattgefunden. Dies zeigt, dass die kleine, bei den Versuchen mit in die Nährgelatine übergeimpfte Menge von Sublimat nicht die Schuld des Ausbleibens einer Entwickelung von Cholerabacterien in den obigen Versuchen war, sondern dass

dies in der That die Wirkung des Sublimatzusatzes zu dem vibrionenhaltigen Wasser war, wodurch letztere getödtet wurden. Allein diese Erfahrung weist auch noch darauf, dass die antibacterielle Wirkung des Sublimats sehr stark durch die chemischen Eigenschaften des Desinfectionsobjects beeinflusst wird. Ich werde später hierauf noch zurückkommen.

Aus den vorstehenden Untersuchungen geht sonach hervor, dass in jenen geringen Mengen, in denen Seife beim Baden gebraucht wird, nur die Anwendung der Sublimatseife es möglich macht, in Wasser anwesende Cholerabacillen innerhalb der Badezeit zu tödten. Der Seifenverbrauch bei den üblichen Wannenbädern beträgt etwa 0,06—0,16 ‰ des angewendeten Wassers, während die Sublimatseife von 0,03 ‰ an schon genügt, die Cholerabacillen innerhalb 10 Minuten in relativ reinem Wasser zu vernichten.

Inzwischen kann man aus den Versuchen in Kolben und mit relativ geringen Mengen Wassers noch nicht mit Sicherheit ableiten, dass die Cholerabacterien auch wirklich während des Badens durch den Zusatz einer geringen Menge von Sublimat oder Sublimatseife getödtet werden. Es wäre immerhin mit Rücksicht auf die Erfahrungen über die Zersetzung des Sublimats denkbar, dass das Sublimat durch die von der Körperoberfläche ins Wasser gebrachten Stoffe, wie Schweiss, Epidermis u. s. w., sofort unwirksam gemacht würde. Ich unterliess es daher nicht, zur Entscheidung der vorliegenden Frage besondere Versuche auszuführen. Dies geschah in der Weise, dass ich dem in eine Badewanne gefüllten Vechtleitungswasser Cholerabacillen zusetzte und in diesem, die Bacillen haltenden Wasser ein Bad nahm, während sodann entweder Sublimat zugesetzt oder Sublimatseife zum Waschen während des Badens gebraucht wurde.

In einem Wannenbade von 150 l Wasser, welches auf 33° C. erwärmt worden war, vertheilte ich 8 ccm sterilisirte 0,75%ige Kochsalzlösung, in welche 3 Platinösen von einer 20 Stunden alten Agarcultur von Cholerabacillen gebracht worden waren. Nach gehörigem Durcheinanderrühren des Wassers ging ich in die Wanne und mischte nun durch Bewegungen meines Körpers

das Wasser noch einmal recht gehörig durch. Nun wurde durch einen Assistenten mittelst 2 Spiralen (jede von 35 mg) vom Badewasser eine Gelatineplattencultur gemacht. Ich wusch sodann meinen Körper mit Sublimatseife, dabei trachtend, nicht mehr dafür zu gebrauchen, als ich sonst beim Baden verwendete. Während ich so im Bade war, wurden nach je 5 Minuten dem Wasser 2 Spiralen entnommen, und damit eine Culturplatte angefertigt. Die letzte Platte wurde 20 Minuten, nachdem ich mit Waschen angefangen hatte, angelegt, und wurden hierzu statt 2 Spiralen ½ ccm des Wassers verwandt.

Der Badeversuch dauerte etwas länger als die vorhergehenden Versuche. Dies war mit Rücksicht darauf der Fall, dass, als die vierte Platte angelegt wurde, noch nicht die ganze Quantität Seife 15 Minuten lang dem Wasser beigemengt war; denn ich brauchte natürlich eine gewisse Zeit, um meinen Körper mit der Seife einzureiben und diese dann durch Bewegungen im Wasser zu verteilen. Zu der Lösung und zu dem Verbrauche der Sublimatseife beim Waschen rechnete ich 5 Minuten Zeit, und so wurde eine fünfte Platte, 20 Minuten nach Anfang des Bades, angefertigt, wodurch hier die Verhältnisse gleich denen der früheren Versuche wurden. Die Wägung der Seife vor und nach dem Bade ergab, dass ich bei diesem Versuche 22 g Seife auf 150 l Badewasser gebraucht hatte, was einer Lösung von 0,146 ‰ Sublimatseife entspricht.

Nach 2 mal 24 Stunden waren auf allen Platten ziemlich viele Colonien zu sehen, aber noch zu wenig entwickelt, um unter ihnen Choleracolonien zu erkennen. Ein Klatschpräparat, das von der ersten Platte angefertigt wurde, erwies, dass die meisten der Colonien aus Coccen bestanden. Nach 3 mal 24 Stunden konnte ich auf der ersten verschiedene, und auch auf der zweiten und dritten Platte noch einige die Gelatine verflüssigende Colonien erkennen; Ausstrichpräparate davon enthielten gekrümmte Bacillen, und Stiche in Gelatine zeigten nach 2 mal 24 Stunden das charakteristische Bild der Stichcultur von Cholerabacillen. Auf der vierten und fünften Platte konnte ich keine gekrümmten Stäbchen mehr mikroskopisch finden; in allen

Klatsch- und Ausstrichpräparaten, welche ich von diesen Platten anfertigte, fand ich nur Coccen und kurze dicke Bacillen. Jede Colonie, welche auch nur einigermaassen denen der Cholerabacillen glich, habe ich mikroskopisch untersucht, aber keine einzige enthielt Kommabacillen. Nach 4 mal 24 Stunden zählte ich auf der ersten Platte 53 Choleracolonien, auf der zweiten 40, auf der dritten 4, während auf den beiden letzten Platten keine einzige Choleracolonie zu sehen war. Die Colonien hatten sich inzwischen so stark entwickelt, dass sie schon makroskopisch als diejenigen von Cholerabacillen zu erkennen waren. Nach 6 mal 24 Stunden waren auf der ersten Platte 53, auf der zweiten 40, auf der dritten 10 und auf der vierten und fünften Platte keine einzige Choleracolonie vorhanden.

Aus diesem Versuche ergibt sich also, dass alle Cholerabacillen innerhalb 10 bis 15 Minuten durch die Wirkung der Sublimatseife abgetödtet waren, während im Anfang des Experiments in 70 mg des Wassers 53 Choleravibrionen, also in den 150 l Badewasser 113550000 Cholerabacillen vorhanden waren.

Vergleicht man dieses Experiment mit den vorhergehenden, so stellt sich heraus, dass die Sublimatseife beim Baden durchaus nicht so stark wirkt, als in den, in den Kolben angefertigten Lösungen. Oben hatte sich gezeigt, dass eine Lösung von 0,03 ‰ im Stande ist, die Cholerabacillen innerhalb 10 Minuten zu tödten, beim Baden dagegen waren nach 10 Minuten immer noch vereinzelte Bacillen vorhanden, während die Seifenlösung hier 0,146 ‰ war. Dies erklärt sich dadurch, dass erstens die Zeit, während welcher die Seife beim Bade eingewirkt hatte, aus dem oben angegebenen Grunde kürzer war als bei den Versuchen im Kleinen, und dass zweitens, wie ich schon hervorgehoben habe, und unten noch weiter besprochen werden soll, ein Theil des Sublimats im Badewasser umgesetzt und ausser Function gesetzt worden war. Zu der Zeit, als die zweite Platte angelegt wurde, befand ich mich wohl 10 Minuten im Bade, aber die Seife hatte nun noch keineswegs 10 Minuten lang in der vollen Concentration eingewirkt.

Es ist also nach dem Ergebnisse dieses Versuches in der Praxis wohl möglich, die im Badewasser eventuell vorhandenen Cholerabacillen mittelst Sublimatseife innerhalb der Zeit, welche gewöhnlich für ein Bad gebraucht wird, zu tödten. Besser würde es natürlich sein, wenn es möglich wäre, die Bacillen zu vernichten, bevor das Bad genommen wird, so dass also der Badende sich in einem jedenfalls von lebenden Cholerabacillen freien Wasser baden könnte. Das konnte nach den guten Resultaten, welche ich mit Sublimat erhalten hatte, wohl erwartet werden. Aus der oben mitgetheilten Tabelle geht hervor, dass eine Sublimatlösung von 0,00003 ‰ zahlreiche Cholerabacillen innerhalb 10 Minuten zu tödten vermag. Sollte also mittelst Sublimat ein Bad von 150 l Wasser innerhalb einiger Minuten von Cholerabacillen befreit werden, so müssten 4,5 mg Sublimat dem Wasser zugesetzt werden. Ich machte daher folgenden Versuch:

In die Badewanne mit 150 l Wasser von 30° C. brachte ich 8 ccm einer 0,75 %igen Kochsalzlösung, in welcher 8 Platinösen von einer 20 Stunden alten Choleracultur gut vertheilt worden waren. Es ist dies sonach eine grosse Menge von Cholerabacillen, beinahe 3 Mal mehr als die, welche im vorigen Bade gebraucht wurde. Nach gehörigem Umrühren des Wassers wurde mittelst zwei Spiralen eine Culturplatte angelegt, welche als Controllplatte diente. Jetzt wurden dem Wasser 5 ccm einer 1‰ Sublimatlösung, also 5 mg Sublimat, zugesetzt, und zu gleicher Zeit fing ich an mich zu entkleiden. Als ich 4 Minuten später mich ins Bad begab, wurde wieder eine Platte angefertigt. Ich wusch mich alsdann mit Sublimatseife, während weiterhin nach je 5 Minuten zwei Spiralen zur Anfertigung einer Plattencultur von dem Wasser weggenommen wurden. Das Bad dauerte 15 Minuten; also wurden im Ganzen 5 Platten gemacht.

Am Ende des Bades brachte ich 250 ccm des Badewassers in 250 ccm einer 2 %igen Peptonlösung, um nachzusehen, ob auf diese, durch R. Koch jüngst angegebene Weise vielleicht noch Cholerabacillen aufzufinden wären. Diese Flüssigkeit wurde nachher auf 37° C. gebracht und später auf die Anwesenheit von

Choleravibrionen geprüft. Mikroskopische Präparate, die von der Oberfläche angefertigt wurden, enthielten keine gekrümmten Bacillen; da dies aber noch nicht als sicherer Beweis für das Nichtvorhandensein derselben gelten durfte, so legte ich ausserdem noch Platten an. Eine Platinöse voll von der Oberfläche der Culturflüssigkeit brachte ich in Nährgelatine und machte hiervon noch mittelst einer Spirale drei Verdünnungen. Nachdem diese Platten 24 Stunden auf 24° C. gehalten waren, waren die ersten zwei ganz verflüssigt, auf der dritten waren einige die Gelatine stark verflüssigende Colonien vorhanden, die vierte war steril. In verschiedenen mikroskopischen Präparaten von den ersten drei Platten konnten keine Cholerabacillen gefunden werden. Nach 2 mal 24 Stunden war auch die dritte Verdünnung ganz verflüssigt, während auch in dieser verflüssigten Masse mikroskopisch keine Kommabacillen zu entdecken waren. Die vierte Platte enthielt eine die Gelatine nicht verflüssigende Colonie.

Auf den fünf Platten des Badewassers waren nach 2 mal 24 Stunden ziemlich viele Colonien zu sehen. Auf der Controllplatte waren 150 Choleracolonien vorhanden, wie mikroskopische Präparate zeigten. Auf der zweiten Platte waren im Ganzen ungefähr 100 Colonien, keine einzige aber enthielt Cholerabacillen; alle Colonien, welche nur einigermaassen denen von Cholerabacillen ähnelten, habe ich durch Ausstrichpräparate mikroskopisch geprüft. Die dritte Platte enthielt ungefähr 2000 Colonien, ebenso die vierte und fünfte. Auch auf diesen Platten war ich nicht im Stande, troz aller aufgewendeten Mühe Kommabacillen nachzuweisen. Jeden folgenden Tag habe ich die Platten auf das Vorhandensein von Choleracolonien genau untersucht, habe aber durchaus keine finden können; nach 5 mal 24 Stunden begannen die Platten dermaassen zu verflüssigen, dass sie länger aufzubewahren nutzlos war.

Die starke Vermehrung der Anzahl von Bacterien auf der 3. Platte gegenüber der auf der 2. ist begreiflicherweise davon abhängig, dass die an der Haut stets anwesenden Mikroorganismen durch das Reiben beim Einseifen ins Wasser gebracht wurden. Auffallend ist dabei nur, dass fast nur Coccen bei der mikro-

skopischen Untersuchung zahlreicher Colonien auf der Platte gefunden wurden. Ob hieraus zu schliessen ist, dass sich auf der Körperoberfläche unter der Kleidung mehr Coccen ansammeln können als Bacillen, oder ob letztere leichter unter dem Einflusse der Sublimatwirkung zu Grunde gegangen sind als Coccen, wage ich nicht zu entscheiden, sondern muss dies weiteren Untersuchungen überlassen, welche im hiesigen hygienischen Institute ausgeführt werden.

Die ins Badewasser gebrachten Cholerabacillen, in einer Zahl von 150 pro 70 mg oder 320 Millionen im ganzen Bade, waren also, wie sich aus dem angewendeten Verfahren ergibt, schon in der Zeit, welche ich zum Entkleiden brauchte, durch den Zusatz von 5 mg Sublimat getödtet.

Hiermit war also gefunden, was gesucht worden: das Mittel, die eventuell im Badewasser vorhandenen Cholerabacillen zu tödten, noch bevor das Wasser zum Baden gebraucht wird. Dieses Mittel ist auch in der Praxis anwendbar; denn Sublimatpastillen à 5 mg, welche in den Apotheken gleich den käuflichen Angerer'schen Sublimatpastillen herzustellen sind, können leicht in die Wanne, während des Einfliessens von Wasser, gethan werden, ehe man sich entkleidet. Dadurch werden Cholerabacillen, wenn sie in dem Wasser enthalten wären, getödtet, schon bevor man sich ins Wasser begibt. Will man ganz sicher gehen, so kann man sich während des Badens noch mit einer 1 %igen Sublimatseife waschen.

Dass das Sublimat ein Gift ist, steht seiner Anwendbarkeit in diesem Falle nicht im Wege. Würde man selbst während des Badens Wasser verschlucken, so wäre die darin vorhandene Quantität Sublimat viel zu gering, um giftig wirken zu können. Nimmt man an, dass zu einem Bade mit 150 l Wasser 24 g einer 1 %igen Sublimatseife verwendet würden — die grösste Quantität Seife, welche nach unseren Beobachtungen gebraucht wurde —, und dass zuvor dem Badewasser 5 mg Sublimat zugesetzt worden wären, so würde das Wasser im Ganzen 29 mg Sublimat, wenn nichts davon zersetzt oder gebunden worden wäre, enthalten, der Liter also 0,19 mg, dies ist 1/200 der officinellen

Maximaldosis Sublimat, die nach der niederländischen Pharmakopoe, auf einmal gegeben werden darf. Man wird jedoch kaum annehmen können, dass je einmal ein Liter Wasser während des Bades verschluckt würde.

Uebersehen wir die Ergebnisse der sämmtlichen in meiner Mittheilung beschriebenen Versuche, so zeigt sich zunächst, dass schon die gewöhnlichen Seifensorten das Leben der Cholerabacillen, wenn diese sich in Wasser befinden, in relativ geringen Concentrationen schädigen. Ein Zusatz von 1,8 ‰ Seife bewirkt in kurzer Zeit schon eine starke Verminderung der Zahl von Cholerabacillen, die in Wasser gebracht worden sind, und nach einer Viertelstunde selbst eine Abtödtung derselben, wenn die Menge der Cholerabacillen nicht zu gross ist. Die Beifügung von desinficirenden Stoffen zu den Seifen erhöht in einigen Fällen deren Wirkung; in anderen dagegen, dann nämlich, wenn der Zusatz eine Bindung der Seifenbestandtheile und des Desinfectionsmittels zur Folge hat, wird die Wirkung, wie übrigens zu erwarten war, verringert. Obenan in der Wirkung steht in der Reihe der desinficirenden Seifen die Sublimatseife: sie tödtet in einer Verdünnung von 0,03 ‰ schon innerhalb 10 Minuten die Cholerabacillen in Wasser, während eine Verdünnung derselben von 0,06 ‰ im Stande ist, nach einer 15 Minuten langen Einwirkung den grössten Theil der Cholerabacillen, welche in Wasser eingeführt werden, zu vernichten. Indessen ist in dieser Beziehung wohl zu beachten, dass vermuthlich nicht alle käuflichen Sublimatseifen von gleich günstiger Wirkung sind.

Behring [1]), der die antibacterielle Wirkung der Seifen untersucht hat, sagt: »Wie wenig rationell übrigens für Desinfectionszwecke die medicamentösen Seifen hergestellt werden, geht daraus hervor, dass aus hiesigen Apotheken bezogene Sublimat-, Theer- und Carbolseifen und mannigfache andere Compositionen den desinficirenden Werth unserer einfachen Institutsseife und — wie ich hinzufügen kann — der gewöhnlichen Schmierseife nicht

1) Zeitschr. f. Hygiene, Bd. IX, 1890.

erreichten, dagegen hat in dankenswerther Weise die Fabrik von Gude & Co. eine sehr wirksame und haltbare flüssige Quecksilbercyanidseife hergestellt«. Was die Carbol- und Salicylseife anbelangt, kann ich Behring beipflichten, aber nicht in Hinsicht auf die Sublimatseife, da diese in meinen Versuchen eine sehr viel stärkere Wirkung ausübte, als der gewöhnlichen Seife zukam. Vielleicht steht dies im Zusammenhange mit einer weniger guten Weise der Herstellung der Sublimatseife, welche Behring zur Verfügung stand, gegenüber der, mit welcher ich experimentiren konnte, und die ich füglich auf Grund der obigen Versuche für ausgezeichnet erklären kann.

Alle Seifen, auch die Sublimatseife, übertrifft jedoch in der Wirkung auf das Leben der im Wasser vertheilten Cholerabacillen das Sublimat selbst. Denn dieses tödtet die im Vechtleitungswasser enthaltenen Kommabacillen bereits in einer Verdünnung von 1 auf 30 Millionen Wasser in weniger als 10 Minuten.

Unsere Beobachtungen und Versuchsergebnisse gelten zunächst nur für das Vechtleitungswasser, oder für Wassersorten, welche dem Vechtwasser in seiner chemischen Zusammensetzung oder in seinem bacteriologischen Zustande ungefähr gleichkommen. Das filtrirte Vechtleitungswasser ist, bezw. war zur Zeit unserer Versuche ein weiches Flusswasser mit einem Gehalte von 300 bis 400 mg fester Stoffe per Liter; zur Oxydation der in ihm enthaltenen organischen Stoffe werden etwa 9—14 mg Chamaeleon per Liter verbraucht, sein Bacteriengehalt beträgt in der Regel weniger als 100 per Cubikcentimeter.

Man muss annehmen, dass andere, namentlich unreinere Wassersorten mehr Sublimat zur gleichen Wirkung erfordern. Oben schon habe ich auf die Erscheinung aufmerksam gemacht, dass die bacterientödtenden Eigenschaften des Sublimats beeinflusst werden durch die chemischen Eigenschaften des Desinfectionsobjectes.

Wir haben daher — auch mit Rücksicht auf die Frage, in wie weit es möglich ist, anderes Wasser, z. B. das Wasser unserer

»Grachten«[1]), mit gleichem Erfolg und in gleicher Weise zu behandeln -- noch einige Untersuchungen angestellt, welche in Prof. Forster's Laboratorium fortgesetzt werden. Ich wünsche hiervon nur die folgenden Versuche mitzutheilen.

Statt des Vechtleitungswassers verwendete ich zur Mischung mit Cholerabacillen und Sublimatlösung Wasser aus der Gracht, an welcher das hiesige hygienische Institut gelegen ist, und in welche die Abfallwässer u. s. w. der daranliegenden Häuser ausmünden. Nach Untersuchungen dieses Wassers, die häufig unter Prof. Forster's Leitung ausgeführt wurden, enthält dieses Wasser in der Regel 70—100000 Bacterien per Cubikcentimeter. Um sonach die eingebrachten Cholerabacterien bestimmen und deren eventuelle Abnahme nach dem Sublimatzusatze nachgehen zu können, habe ich das Wasser vor dem Zusatze das eine Mal aufgekocht, das andere Mal durch einen Pasteur-Chamberland'schen Filter filtrirt. Nun wurde in der früheren Weise weiter gehandelt und nach der Beimischung von Cholerabacterien 0,00003‰ (1 auf 30 Millionen) Sublimat beigefügt. Das Ergebnis der Culturversuche war nunmehr:

I.

Nach dem Zusatze	Anzahl der Chol.-Bact. pro 1/2 ccm des Wassers	
	Filtrirtes Wasser	Gekochtes Wasser
Nach 1 Minute	> 500	> 750
» 5 Minuten	> 250	> 750
» 10 »	> 100	> 750
» 15 »	> 75	> 750
» 15 » (in Bouillon	Entwickelung	Entwickelung
Vor dem Zusatze	> 500	> 750

In dem unreineren Wasser werden sonach die Cholerabacillen bei einem Gehalte an Sublimat, welcher in reinem Wasser dieselben in 10 Minuten schon abtödtet, in 15 Minuten und länger noch nicht getödtet. In dem durch Kochen sterilisirten Wasser

1) Die schiffbaren Canäle in unseren Städten.

sind die Cholerabacterien dem Anscheine nach gar nicht in Zahl vermindert, was wohl dem Umstande zuzuschreiben ist, dass hier noch eine etwas grössere Menge der Substanzen, welche das Sublimat unwirksam machen können, anwesend ist als in dem gut filtrirten Wasser.

In einer zweiten Versuchsreihe wurden zunächst die Cholerabacterien statt in Leitungswasser in völlig reine sterilisirte 0,75 %ige Kochsalzlösung gebracht und dann Sublimat — und zwar zu den früheren, aber auch noch zu stärkeren Verdünnungen — beigefügt. Nun wurden folgende Zahlen erhalten:

II.

Nach dem Zusatze	Anzahl der Cholerabact. pro 1/2 ccm		
	0,00003 ‰ = 1 auf 30 Mill.	0,000015 ‰ = 1 auf 60 Mill.	0,00001 ‰ = 1 auf 100 Mill.
Nach 1 Minute	> 250	> 500	> 1000
» 5 Minuten	1	3	> 1000
» 10 »	0	0	> 1000
» 15 »	0	0	> 1000
» 15 » (in Bouillon)	keine Entwick.	keine Entwick.	Entwickelung
Vor dem Zusatze	> 1000	> 1000	> 1000

In einer reinen Kochsalzlösung, in welche geringe Mengen einer Cultur möglichst ohne Beimengung des Nährsubstrates (organische Stoffe, Phosphate etc.) gebracht sind, werden die Cholerabacillen also schon bei einem Gehalte von 1 Sublimat auf 60 Millionen Wasser beinahe sofort getödtet; erst bei 1 auf 100 Millionen ist eine Wirkung innerhalb 15 Minuten nicht mehr nachzuweisen.

Wiederholt man nun aber die gleichen Versuche, während man gleichzeitig etwas organische Stoffe (mit Phosphaten) beifügt, so ist zu dem gleichen Erfolge (der Tödtung der Cholerabacillen) diese geringe Sublimatmenge nicht mehr ausreichend.

So erhielten wir bei Anwendung von 0,00003 ‰ Sublimat (1 auf 30 Millionen) bei einem gleichzeitigen Zusatze von 1 und 10 mg Pepton auf 500 ccm der sterilisirten Kochsalzlösung folgende Zahlen. (Siehe S. 372).

Die Wirkung des Sublimats wird also im Verhältnisse zu der Menge des zugesetzten Peptons abgeschwächt, was selbstverständlich durch Bindung und Umsetzung des Sublimates zu erklären ist. Es verhält sich sonach das Sublimat ähnlich dem Ozon in den bekannten Versuchen von Ohlmüller[1]).

III.

Nach dem Zusatze	Anzahl v. Chol.-Bact. pro $^1/_2$ ccm	
	Mit 1 mg Pepton	Mit 10 mg Pepton
Nach 1 Minute	> 100	> 500
» 5 Minuten	2	> 500
» 10 »	0	> 500
» 15 »	0	> 500
» 15 » (in Bouillon)	keine Entwick.	Entwickelung
Vor dem Zusatze	> 500	> 500

Aus der letzten Versuchsreihe im Vereine mit den früheren Beobachtungen aber geht hervor, worauf bereits aufmerksam gemacht wurde, dass die Resultate der im Obigen geschilderten Versuche ihre Anwendung zunächst nur bei relativ reinen Wassersorten zu finden haben.

Amsterdam, Juni 1893.

1) Arbeiten aus dem kais. Gesundheitsamte, 1892, Bd. VIII, S. 245 u. ff.

Ueber Canalwasserreinigung durch einfaches Sedimentiren ohne fällende Zusätze.

Von

cand. med. **Walter Hübner.**

Wenn man die hygienische oder technische Litteratur nach Methoden der Kanalwasserreinigung durchsucht, findet man, dass sich alle dort besprochenen Verfahren unter die folgenden Kategorien eintheilen lassen:

1. Berieselung,
2. Filtration,
3. Chemische Fällung mit Sedimentirung,
4. Durchlüftung,
5. Elektrische Reinigung.

Nur eine Reinigungsart, welche jedoch weitaus am häufigsten angetroffen wird, erfährt kaum eine Erwähnung, die Reinigung durch Absitzenlassen der suspendirten Stoffe bei verringerter oder völlig aufgehobener Geschwindigkeit des fliessenden Kanalinhaltes. Während über die Wirksamkeit der erstgenannten Methoden eine Summe von Beobachtungen und experimentellen Untersuchungen vorliegt, ist der Effekt der einfachen Sedimentirung so gut wie nicht quantitativ untersucht worden, wenigstens ist es mir nicht gelungen, Arbeiten aufzufinden, welche sich über den Gegenstand so eingehend verbreitet hätten, wie z. B. die Arbeiten über Berieselung, über das Verfahren von Röckner-Rothe, Müller-Nahnsen und andere. Und doch verdient auch dieser Reinigungsvorgang ein eingehendes Studium; denn einestheils spielt er sich häufig unbeabsichtigt ab, wenn beispielsweise Kanalinhalt aus Städten oder Fabrikabgänge in einen langsam fliessenden

Wasserlauf oder See eingeleitet werden, andererseits wird absichtlich Gebrauch davon gemacht, indem, besonders zur Klärung von Fabrikabwässern, bevor sie in städtische Kanäle eingelassen werden, Klärbecken angeordnet werden, welche selbstredend keinem anderen Zwecke dienen können, als die ungelösten Bestandtheile mehr oder weniger vollkommen zurückzuhalten.

Der Mangel diesbezüglicher Untersuchungsresultate, sowie einige andere äussere Momente veranlassten Herrn Prof. Dr. Renk, mich mit der Untersuchung der bei den medicinischen Instituten und Kliniken hiesiger Universität bestehenden Kläranlage für Kanalwasser zu betrauen; ich bin dieser Aufforderung gerne nachgekommen und übergebe hiermit die, wie ich glaube, nicht belanglosen Resultate der Oeffentlichkeit.

Die medicinischen Institute und Kliniken der Universität zu Halle a/S. sind in einer Anzahl von Gebäuden untergebracht, die auf einem 79496 qm umfassenden Grundstücke auf der höchsten Geländestufe der Stadt zum grössten Theile in den Jahren 1875—1885 aufgeführt worden sind. Aehnlich wie ein Centralheizungs- und Centralventilationssystem all diesen Gebäuden Luft und Wärme zuführt, besorgt ein System von Kanälen die Entfernung der Abfallstoffe, die sich den Umständen entsprechend aus menschlichen Fäkalien, Haus- und Küchenwasser, Badewasser, atmosphärischen Niederschlägen und den flüssigen Abgängen aus den Laboratorien zusammensetzen. Der schliesslichen Unterbringung all dieser Schmutzstoffe stellten sich von vorneherein nicht unerhebliche Schwierigkeiten in den Weg; musste im hygienischen Interesse der zum grössten Theile aus Krankenanstalten bestehenden Institute auf möglichst schnelle Entfernung der Abfallstoffe Bedacht genommen werden, so erhoben doch andererseits die städtischen Behörden Bedenken gegen eine directe Einleitung derselben in die städtischen Kanäle, da man gerade aus Krankenanstalten höchst gefährliche — mit Infectionsstoffen beladene — Abwässer erwarten zu müssen glaubte. Die bezüglichen Verhandlungen zwischen den betheiligten Parteien hatten denn auch das Ergebnis, dass die Bauleitung sich entschloss, vor Einmündung in den städtischen Kanal eine

Reinigungsanlage einzuschalten, deren Zweck es sein sollte, alle festen Auswurfstoffe des Menschen zurückzuhalten, während alle flüssigen Abgänge als unbedenklich in den städtischen Kanal eingelassen werden dürfen.

Man suchte dies durch die Anlage von Klärbecken zu erreichen, und zwar mussten zwei solche errichtet werden, eines für die Anatomie und das Isolirhaus, da diese beiden Gebäude wesentlich tiefer liegen, als die übrigen Institute; für interne, chirurgische, Frauen- und Augenklinik, pathologisches und physiologisches Institut sowie das Oekonomiegebäude mit Küche und Waschhaus wurde dagegen eine wesentlich grössere Kläranlage aufgeführt, deren Wirkungsweise den Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen bildet.

Die zuletzt genannten Gebäude liegen auf einem etwa rechteckigen Terrain, das nach Westen und Norden hin ziemlich steil abfällt. In dem nördlichen Abhange, zwischen Augenklinik und physiologischem Institute, wurde ein Bau aufgeführt mit einer kurzen Zufahrt von der etwa 7 m tiefer gelegenen Fahrstrasse aus. Durch das Einfahrtsthor gelangt man in einen sich rasch nach oben und den Seiten hin erweiternden Raum, an dessen hinterem Ende bequem 3 Wagen nebeneinander stehen können. Hinter der diesen Raum nach rückwärts abschliessenden Mauer sind 3 übereinander gelegene Etagen eingebaut; die oberste ist durch Einsteigschachte vom oberen Terrain aus zugängig, sie dient zur Vornahme gewisser, gleich zu bezeichnender Arbeiten und ist gerade hoch genug, um darin aufrecht stehen zu können. Der Boden dieses Raumes ist mit hölzernen Gittern bedeckt, welche über den Klärbecken liegen. Diese bilden somit die mittlere Etage, während die unterste Etage aus Gewölben besteht, welche von der Zufahrt aus zugängig und gross genug sind, die zur Entleerung der Schlammmassen aus den Becken dienenden Kesselwagen aufzunehmen.

Der wichtigste Theil dieser ganzen Anlage sind selbstredend die Klärbecken. Solcher sind 4 vorhanden, und zwar liegen neben einem grossen 7 m langen und 1,9 m breiten Bassin 3 kleinere von je $1,9 \times 1,9$ m Grundfläche, sämmtliche vier im Mittel 1,9 m

tief. Der Boden der Bassins ist nach der Mitte zu abgeschrägt, am tiefsten Punkte liegt ein Ablassventil von 20 cm Weite, durch welches jede Grube entleert werden kann.

Die Kanalwässer werden der Anlage durch Thonrohrkanäle zugeführt und ergiessen sich in ein System offener Kanäle, welche auf den Trennungsmauern zwischen den einzelnen Becken verlaufen und gestatten, das Wasser entweder durch sämmtliche Gruben der Reihe nach fliessen zu lassen oder eine oder mehrere dieser auszuschalten. Es ist so die Möglichkeit gegeben, einzelne Gruben zu entleeren, ohne dass eine Unterbrechung in der Funktion des Ganzen eintreten müsste. Aus den Vertheilungskanälen fliesst das Schmutzwasser je in einer Ecke in eine Grube ein und aus ihr wieder in einer diagonal gegenüberliegenden Ecke ab; aus dem letzten Bassin endlich wird es einem Abfallrohre zugeführt und durch dieses einem kleinen, mit dem städtischen Kanal verbundenen Bassin.

Für gewöhnlich sollte das Wasser alle 4 Gruben durchlaufen, sobald aber sich eine Schlammmasse angehäuft hätte von 1,4 m Höhe, so dass also das darüber stehende Wasser nur noch ½ m tief wäre, sollte diese Grube ausgeschaltet und entleert werden.

Die Entleerung einer Grube wird in der Weise vorgenommen, dass, nachdem sie erst ausser Betrieb gestellt, das überstehende geklärte Wasser abgelassen wird, wozu eine eigene, hier nicht näher interessirende Vorrichtung dient; erst dann, wenn die abgesetzte Schlammschichte zu Tage liegt, wird das Ablassventil gezogen, und der Schlamm direct in die untergeschobenen Kesselwagen abgelassen.

Um auch Schwimmstoffe aus den städtischen Kanälen ferne zu halten, ist die Einrichtung getroffen, dass in die einzelnen Bassins Gitter von 1,9 m Breite vertical eingehängt werden, so dass sie in das Wasser eintauchen; vor ihnen sammelt sich jeweilig Alles an, was auf der Oberfläche schwimmt und nicht so fein ist, dass es die Maschen der Gitter passiren könnte.

Man ist aber noch einen Schritt weiter gegangen und hat auch eine Desinfection des Grubeninhaltes angestrebt; man wollte »Gärungen und die Entwicklung gesundheitsgefährlicher Gase und

parasitischer Pilze in den mit Fäcalstoffen gemischten Abwässern auf dem Wege von den Kliniken bis zu den Klärgruben verhindern und hat zu diesem Zwecke die Closets in den einzelnen Anstalten mit Desinfectionsvorrichtung nach dem patentirten Systeme von Friedrich in Leipzig versehen. Allerdings sind diese Closets heutzutage nicht mehr anzutreffen, doch wird die Friedrich'sche Masse, bestehend aus 12 % Carbolsäure, 35 % Aetzkalk, 15 % Eisenoxydhydrat, 3 % Thonerdehydrat und 35 % Wasser auch heute noch zur Desinfection der Klärgrube verwendet und zwar in folgender Weise. In einen eisernen Cylinder von etwa 10 l Inhalt ist ein Drahtkorb von etwa 2—3 l Inhalt eingesetzt, der mit der Friedrich'schen Masse zu bestimmten Zeiten — vorschriftsmässig alle 2 Tage — gefüllt werden soll. Ist dies geschehen, so wird ein Deckel aufgesetzt, und nun Wasser durch den Apparat hindurchgeleitet; dieses soll die Desinfectionsmasse lösen, und die Lösung soll dann dem Kanalwasser beigemischt werden.

Dass auf solche Weise eine wirksame Desinfection nicht erzielt werden kann, liegt auf der Hand, selbst wenn 2 Apparate der beschriebenen Art vorhanden sind, wie dies der Fall ist. Wer einmal gesehen hat, welche Wassermengen von den medicinischen Instituten abfliessen, der muss es nach dem heutigen Stande der Desinfectionslehre für ein vergebliches Bemühen ansehen, mit 1 Kilo (hochgerechnet) eines Desinfectionspulvers die tägliche Menge Kanalwasser desinficiren zu wollen.

Das quantitative Verhältnis zwischen Abwassermenge und Desinfectionsmittel ist in diesem Falle ein so ungeheuerliches, dass es sich kaum verlohnte, über die totale Unzulänglichkeit des Verfahrens noch eigene Versuche anzustellen; ich konnte mir es jedoch nicht versagen, wenigstens ein Experiment zu machen, um das Verfahren recht drastisch zu illustriren. Zu diesem Zwecke bestimmte ich an einem Tage, nachdem frische Friedrich'sche Masse in die Desinfectionscylinder eingebracht worden war — etwa 1 Stunde nach dieser Operation —, den Rückstand des den Cylindern zufliessenden und des aus ihnen abfliessenden Wassers; die Differenz beider Bestimmungen musste

ergeben, wie viel von dem Desinfectionsmittel in Lösung gegangen war. Der Gehalt des zufliessenden Wassers an gelösten Stoffen betrug pro Liter 567 mg, der des abfliessenden Wassers 570 mg, die Differenz mithin 3 mg, eine Grösse, welche innerhalb der Fehlergrenzen der Methode liegt. Diese einzige Thatsache dürfte vollauf genügen, die zur Zeit noch geübte sog. Desinfection als völlig nutzlos erscheinen zu lassen; man weiss heutzutage, dass nicht nur die Anwesenheit eines Desinfectionsmittels nothwendig ist, um eine bacterienhemmende oder bacterientödtende Wirkung zu entfalten, sondern dass die Menge des Mittels den Ausschlag gibt.

Die Versuche über die Wirkungsweise der Kläranlage mussten sich vornehmlich auf die Mengen der ungelösten suspendirten Stoffe beziehen; denn nur nach dieser Richtung hin konnte eine Veränderung an dem durchfliessenden Wasser erwartet werden. Bevor jedoch an die quantitative Bestimmung dieser Stoffe gegangen werden konnte, waren einige Vorfragen zu entscheiden.

Es war zweifellos mit dem Umstande zu rechnen, dass das der Kläranlage zufliessende Kanalwasser in seiner Zusammensetzung und damit auch in seinem Gehalte an ungelösten Stoffen wesentlich schwanken würde; dafür sprach schon der Umstand, dass bei Nacht erfahrungsgemäss kaum nennenswerthe Mengen von Wasser in den Kliniken verbraucht werden, und somit auch fast nichts in die Kläranlage gelangt. Es musste daher vor Allem festgestellt werden, wie lange wohl für gewöhnlich das einfliessende Wasser braucht, um die Anlage zu passiren und am Auslauf anzulangen. Liess sich diese Zeit ermitteln, so war es möglich, genau correspondirende Proben von zu- und abfliessendem Wasser zu schöpfen und zu untersuchen.

Schon der erste Versuch, darüber Anhaltspunkte zu gewinnen, misslang, und so auch alle folgenden. Es wurden verschiedene Schwimmkörper in das zufliessende Wasser eingeworfen, Papierschnitzel, weisse Beeren, auch Farbstofflösungen; aber alle Versuche zeigten, dass ein Theil des zufliessenden Wassers auf kürzestem Wege, wenn auch beträchtlich verlangsamt, die Klärgruben durchquerte, ein anderer Theil beschrieb gebogene Linien

und gelangte viel später, erst in der doppelten oder dreifachen Zeit, zum Ablaufe, und manche Schwimmkörper blieben schon im ersten Klärbassin in einer ruhigen Ecke liegen. Die Schmutzwässer werden somit in eine Anzahl von Fäden zerlegt, die mit den verschiedensten Geschwindigkeiten durch die Klärbecken hindurchgetrieben werden.

Es erschien daher von vorneherein unmöglich, genau entsprechende Proben vom Zulauf und Ablauf zu gewinnen, und blieb daher nichts anderes übrig, als eine grosse Anzahl von Proben an beiden Punkten zu entnehmen und etwa aus deren Durchschnittswerthen die mittlere Leistung der Kläranlage zu berechnen; vielleicht, so vermutheten wir unter der Voraussetzung, dass jeweilig nur ein aliquoter Theil der suspendirten Stoffe zurückgehalten würde, liesse sich aus einer Reihe stündlich oder halbstündlich genommener Proben vom Zu- und Ablauf doch schliesslich eine Zeit ableiten, innerhalb welcher etwa die grössere Menge des zufliessenden Wassers zum Ablaufe gelangt; allein auch diese Hoffnung erwies sich als trügerisch.

Weiterhin handelte es sich darum, die Methode der quantitativen Bestimmung der suspendirten Stoffe festzustellen. Man konnte daran denken, das Kanalwasser vom Ablauf und Zulauf zu filtriren, allein dagegen war von vorneherein einzuwenden, dass damit die Gesammtsumme dieser Stoffe bestimmt würde, welche sich aus leichteren und schwereren Partikelchen zusammensetzt, von denen die letzteren freiwillig zu Boden sinken, während jene schweben bleiben, auch wenn man das Kanalwasser stundenlang ganz ruhig stehen lässt. Dass eine Klärgrube auch diese Stoffe — ich will sie mit dem Namen Schwebestoffe bezeichnen — aus dem Kanalwasser entferne, kann billiger Weise nicht wohl verlangt werden; dagegen kann gefordert werden, dass alles, was bei ruhigem Stehen zu Boden sinkt, also die eigentlichen Sinkstoffe, auch wirklich Zeit finden, zu Boden zu fallen. Ich habe mich wiederholt davon überzeugt, dass im Kanalwasser schon sehr schnell ein Bodensatz entsteht, dessen Menge nach einer Stunde sichtlich nicht mehr zunimmt, ebensowenig wie sich die überstehende trübe Flüssigkeit nach dieser

Zeit noch weiter klärt. Gleichwohl habe ich bei meinen Versuchen, um ganz sicher zu gehen, jedesmal 4 Stunden lang das Kanalwasser in hohem Gefässe absitzen lassen. Nach dieser Zeit wurde vorsichtig abgehebert und der Bodensatz auf gewogene Filter gebracht, bei 105° getrocknet und gewogen. Da jedesmal 1 l Flüssigkeit zur Verwendung kam, war eine Umrechnung nicht weiter nöthig.

Ich habe Gelegenheit gehabt, unmittelbar nach einer gründlichen Reinigung aller vier Klärgruben am 2. Mai d. Js. einen Versuch zu machen, und habe dabei die folgenden Zahlen erhalten:

Tabelle I.

Sinkstoffe im Zulauf und Ablauf der Kläranlage.

Milligramme pro 1 l.

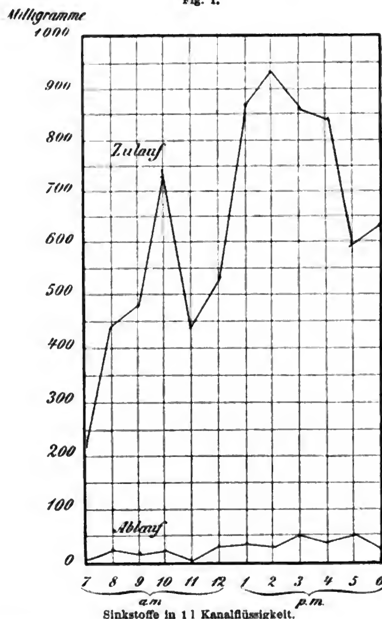
Zeit der Probenahme	Zulauf	Auslauf	Differenz absolut Proc.
7 Uhr Vormittag	224,1	12,5	211,6 = 94,4
8 » »	429,1	27,8	401,3 = 93,5
9 » »	475,5	20,5	455,0 = 95,7
10 » »	731,2	20,0	711,2 = 97,2
11 » »	443,7	7,6	436,1 = 98,3
12 » Mittag	526,3	27,6	498,7 = 94,7
1 » Nachmittag	869,1	30,4	838,7 = 96,5
2 » »	933,5	29,1	904,4 = 96,9
3 » »	862,1	45,1	817,0 = 94,8
4 » »	838,2	35,3	802,9 = 95,8
5 » »	598,6	48,5	550,1 = 91,9
6 » »	632,7	26,6	606,1 = 95,8
Mittel	630,3	27,6	602,7 = 95,6

Die Tabelle gibt in ihrer zweiten Rubrik eine neue Bestätigung der Thatsache, dass die Zusammensetzung der Kanalwässer im Laufe des Tages bedeutenden Schwankungen unterliegt. Das Minimum an Sinkstoffen enthielt an diesem Tage die um 7 Uhr früh geschöpfte Probe mit 224,1 mg, das Maximum die Probe um 2 Uhr mit 933,5 mg; beide Werthe gehen um mehr als das Vierfache auseinander.

Die dritte Rubrik »Auslauf« lässt sodann erkennen, dass aus dem abfliessenden Wasser durchaus nicht alle bei Ruhe freiwillig

zu Boden gehenden Sinkstoffe entfernt sind, doch ist die Menge der zurückgebliebenen sehr gering, wie aus der vierten Rubrik hervorgeht, in welcher ich die in der Anlage zurückgehaltenen

Fig. 1.



Sinkstoffe in 1 l Kanalflüssigkeit.

Sinkstoffe auch in Procenten der ursprünglich im Zulaufe vorhanden gewesenen Sinkstoffe berechnet habe. Bei dieser Berechnung ist allerdings stillschweigend angenommen, was sicher nicht zutrifft, dass das zufliessende und ausfliessende Wasser einander entsprechen; allein es war eben nicht anders zu machen, da, wie ich schon auseinandergesetzt habe, das in die Anlage eintretende

Wasser mit sehr verschiedener Geschwindigkeit dieselbe passirt, und da ich ferner wahrnehmen konnte, dass auch die Wassermengen, wie nicht anders zu erwarten, im Laufe des Tages sehr erheblich schwankten. Man ist also sicher nicht im Stande, anzugeben, wann eine eben abfliessende Wassermenge in die Klärgruben eingetreten ist, vielmehr wird man annehmen müssen, dass jede Probe vom Ablauf sich zusammensetzt aus Quantitäten, welche vor 2, 3, 4, 5 . . . x Stunden zugeflossen sind.[1])

Wenn demnach auch die einzelnen Zahlen der dritten Rubrik den thatsächlichen Verhältnissen nicht voll entsprechen, so kann doch andererseits angenommen werden, dass die Mittelzahl annähernd richtig sein wird, da sie aus 12 gleichmässig über den Tag vertheilten Einzelbeobachtungen gewonnen worden ist.

Da nun ferner ein Blick auf die Procentzahlen der einzelnen Proben erkennen lässt, dass diese nicht weit vom Mittel abweichen, so lässt sich daraus wieder ableiten, dass jedenfalls der eben erhobene Einwand nicht sehr schwer wiegt.

In Fig. 1 habe ich die Zahlen für Ablauf und Zulauf graphisch dargestellt, und ergibt sich auch aus dem Bilde, dass die Menge der nicht in den Klärgruben zurückgehaltenen Sinkstoffe am Versuchstage eine recht geringe war, die Anlage somit das, was man von ihr verlangen kann, auch nahezu vollkommen geleistet hat.

Es lag natürlich sehr nahe, auch die Frage, wie sich wohl die Bacterien bei jenem Klärungsvorgange verhalten würden, in den Kreis der Untersuchung einzubeziehen; es war dies umsomehr geboten, da ja der Zweck der ganzen Anlage der war, alle Infectionserreger aus den städtischen Kanälen fern zu halten. Ich habe daher mit dem vorstehend geschilderten Versuche eine bacteriologische Untersuchung der Proben vom Zulauf und Ablauf verbunden. Je 1 ccm der gut durchgeschüttelten Probe wurde mit 100 ccm sterilen Wassers verdünnt, und aus der Verdünnung

1) Ich konnte am Tage dieses Versuches bestimmen, dass zur Füllung der grossen und zweier kleiner Gruben (die dritte musste ausgeschlossen bleiben) gerade 2 Stunden erforderlich waren.

Gelatineplatten mit je 0,5 und 0,2 ccm gegossen. Die Zählung der entwickelten Colonien ergab folgende Werthe:

Tabelle II.

Keime in 1 ccm Kanalflüssigkeit.

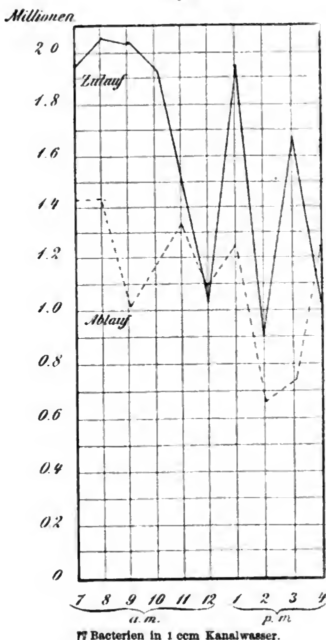
Zeit der Probenahme	Zulauf	Ablauf	Differenz absolut	Proc.
7 Uhr Vormittag	1 954 496	1 424 918	— 529 578	= 27,1
8 » »	2 061 288	1 424 918	— 636 370	= 30,9
9 » »	2 035 840	1 017 920	— 1 017 920	= 50,0
10 » »	1 933 878	1 170 608	— 763 270	= 39,4
11 » »	1 526 880	1 323 296	— 203 584	= 13,3
12 » Mittag	1 017 920	1 068 016	+ 51 096	= 5,0
1 » Nachmittag	1 933 878	1 246 952	— 686 926	= 35,5
2 » »	915 958	661 648	— 254 310	= 27,7
3 » »	1 628 672	737 992	— 890 680	= 54,7
4 » »	1 017 920	1 260 366	+ 242 446	= 23,8
Mittel	1 602 673	1 133 663	— 469 010	= 29,26

Es wird daraus ersichtlich, wie ja auch zu erwarten war, dass die Bacterien sich anders verhalten, als die Sinkstoffe. In drei Fällen von zehn war das abfliessende Wasser bacterienärmer als das zufliessende, zweimal aber sogar bacterienreicher als dieses (12 Uhr und 4 Uhr), und im Durchschnitte zeigte es sich nur um 29,26 % ärmer an Bacterien gegenüber dem zufliessenden Wasser.

Ich habe auch die Zahlen dieser Tabelle graphisch dargestellt (Fig. 2), die Curven sprechen so deutlich, besonders bei einem Vergleiche mit Fig. 1, dass kaum darüber noch etwas zu sagen übrig bleibt; höchstens ist auf das annähernd entgegengesetzte Verhältnis zwischen Sinkstoffen im Zulauf und Bacteriengehalt aufmerksam zu machen: während jene im Grossen und Ganzen während des Vormittags in wesentlich geringerer Menge auftraten als Nachmittags, war die Zahl der Bacterien gerade in den Vormittagsstunden wesentlich höher als später. Ich bin jedoch weit davon entfernt, eine Erklärung dafür geben zu wollen oder Schlüsse darauf aufzubauen, ich möchte vielmehr nur aus

dieser Beobachtung die Warnung herauslesen, dass in der Benutzung einzelner Versuchsreihen grösste Vorsicht geboten ist, wenn es sich darum handelt, die Grösse der Verunreinigung eines Wassers abzuschätzen. Ein Wasser kann vom chemischen Standpunkte rein und vom bacteriologischen aus betrachtet sehr schlecht erscheinen, und umgekehrt; man wird daher stets vor einseitiger Betrachtung sich in Acht zu nehmen haben.

Fig. 2.



Bacterien in 1 ccm Kanalwasser.

Ein zweiter Versuch über den Erfolg der Klärung fällt etwa mitten in die Zeit zwischen zwei Entleerungen der Klärgruben, zeitlich allerdings früher als der erste Versuch.

Die Entfernung des abgesetzten Schlammes aus den Bassins erfolgte in den letzten Jahren jeweilig in Zwischenräumen von je ½ Jahr. (Auf diese allmählich entstandene Praxis wird später nochmals eingegangen werden müssen.)

Im Jahre 1892 fand eine Entleerung vom 1. bis 3. Mai und eine zweite vom 26. bis 29. October statt. Zwischen diesen beiden Terminen, am 23. Juli, stellte ich einen Versuch an, indem ich von 7 Uhr früh bis 6 Uhr Abends Proben nahm und auf Sinkstoffe untersuchte. Die Ergebnisse des Versuches enthält Tabelle III und Fig. 3.

Tabelle III.

Sinkstoffe im Zulauf und Ablauf.

Milligramme in 1 l.

Zeit der Probenahme	Zulauf	Ablauf	Differenz absolut Proc.
7 Uhr Vormittag	1 100,0	129,3	970,7 = 88,2
8 » »	629,3	52,3	577,0 = 91,7
9 » »	554,1	70,3	483,8 = 87,3
10 » »	115,0	48,5	66,5 = 57,8
11 » »	235,1	60,8	174,3 = 74,1
12 » Mittag	246,4	73,2	173,2 = 70,3
1 » Nachmittag	474,9	54,2	420,7 = 88,6
2 » »	300,0	49,3	250,7 = 83,6
3 » »	654,8	34,5	620,3 = 94,7
4 » »	216,1	28,6	187,5 = 86,7
5 » »	331,7	43,8	287,9 = 86,8
6 » »	242,1	43,2	198,9 = 82,3
Mittel	424,9	57,3	367,6 = 86,5

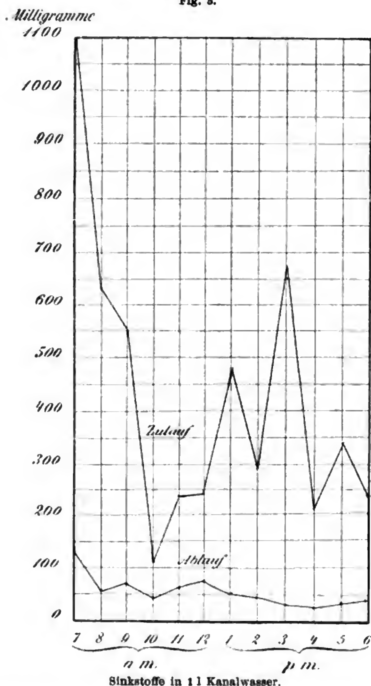
Vergleicht man Tabelle I und II miteinander, so findet man zweifellos eine Abnahme der Wirkung der Klärgrube bei fortgesetzter Benutzung; statt 95,6% werden jetzt nur noch 86,5% der Sinkstoffe in den Gruben zurückgehalten, die übrigen 13,5% gehen mit dem gereinigten Wasser in den städtischen Kanal. Während in Tabelle I der Effekt der Sedimentirung noch ziemlich constant erscheint, insofern als die Procentzahlen sich nur zwischen 91,9 und 98,3 bewegen, tritt im Versuche vom 23. Juli eine viel grössere Ungleichmässigkeit auf; die Procente schwanken zwischen 57,8 und 94,7. Auch diese Erscheinung kann nur so ausgelegt werden, dass nach längerer Dauer die Wirksamkeit der Anlage herabgesetzt wird.

Das gleiche Resultat hatte sich in noch deutlicherer Weise bei einer bacteriologischen Untersuchung der zu- und abfliessenden Wässer Ende September 1892 ergeben. Tabelle IV enthält die betreffenden Werthe. (Siehe Tabelle IV.)

In Fig. 4 habe ich wiederum die absoluten Zahlen der Keime in 1 ccm Flüssigkeit dargestellt.

Tabelle IV und Fig. 4 lassen erkennen, dass zu dieser Zeit nicht nur keine Abnahme der Keimzahl, sondern sogar eine sehr bedeutende Vermehrung derselben auf dem Wege durch die

Fig. 3.



Sinkstoffe in 1 l Kanalwasser.

Klärgruben erfolgt ist, im Durchschnitte um 50,4 %. Es ist dies auch leicht verständlich, denn bei dem Fehlen jeglicher Desinfection schreitet in den abgelagerten Schlammmassen die Zersetzung fort, aus ihnen gehen Massen von Bacterien in das

darüber hinwegfliessende Wasser über und vermehren dessen ohnehin schon recht bedeutenden Keimgehalt.

Tabelle IV.
Keime in 1 ccm Canalwasser.

Zeit der Probenahme	Zulauf	Ablauf	Differenz absolut	Proc.
9 Uhr Vormittag	1 000 000	1 822 000	+ 822 000	= 82,2
10 » »	1 452 000	2 092 800	+ 640 800	= 44,1
11 » »	1 167 200	2 067 600	+ 900 400	= 77,1
12 » Mittag	796 800	925 000	+ 128 200	= 16,1
1 » Nachmittag	1 053 600	1 452 000	+ 398 400	= 37,8
2 » »	1 736 800	1 879 200	+ 142 400	= 8,2
3 » »	996 400	1 651 200	+ 654 800	= 65,7
4 » »	1 138 800	1 907 600	+ 768 800	= 67,7
5 » »	1 167 200	1 651 200	+ 484 000	= 41,5
6 » »	996 400	1 855 600	+ 859 200	= 86,2
Mittel	1 150 520	1 730 420	+ 579 900	= 50,4

Es muss daraus der Schluss gezogen werden, dass die einfache Sedimentirung an sich nicht im Stande ist, den Bacteriengehalt des Kanalwassers zu vermindern. Man wird vielmehr unter ähnlichen Verhältnissen wie die vorliegenden viel eher auf eine Vermehrung der Keimzahl rechnen müssen.

Dass aber auch unter Umständen im Ablaufe mehr Sinkstoffe gefunden werden können, als im Zulaufe, hat eine letzte Beobachtung gezeigt. Wenige Tage vor einer Entleerung des Grubenschlammes betrat ich behufs Vornahme eines Versuches den Raum über den Klärbecken und fand diese in grösster Unordnung; die bedeckenden Holzgitter waren verschoben, beim Darauftreten quoll zwischen ihnen und seitlich dicker Schlamm hervor. Letzterer war in den vier Gruben so hoch angestiegen, dass er die Gitter in die Höhe hob. Vor dem Einlaufe hatte sich ein fusshoher Schmutzhaufen aufgethürmt, der das einfliessende Wasser nach verschiedenen Seiten hin vertheilte; dieses suchte sich irgend einen Weg durch die Vertheilungsgräben und Gruben in Rinnen, die es sich im Schlamme selbst gegraben hatte. Dass unter solchen Verhältnissen eine Reinigung nicht stattfand, zeigen folgende Zahlen.

Tabelle V.

Sinkstoffe im Ablauf und Zulauf.

Milligramme pro 1 l.

Zeit der Probenahme	Zulauf	Ablauf	Differenz absolut	Proc.
8½ Uhr Vormittag	365,9	400,0	+ 34,1 =	9,3
9½ » »	66,4	116,0	+ 49,6 =	74,7
10½ » »	83,9	43,0	— 40,9 =	48,9
11½ » »	25,5	52,0	+ 26,5 =	103,9
12½ » Mittag	267,0	59,9	— 207,1 =	22,4
1½ » Nachmittag	62,0	91,4	+ 29,4 =	47,4
Mittel	145,1	127,1	— 18,0 =	12,6

Wenn somit auch im Mittel eine Ausscheidung von 12,6% der Sinkstoffe stattgefunden hat, so ist das doch so ausserordentlich wenig, dass von einer Reinigung des Kanalwassers nicht mehr gesprochen werden kann. Denn in vier Fällen von sechs floss ein an Sinkstoffen reicheres Wasser ab als zu.

Sehr interessant gestaltet sich der Vergleich der Mittelzahlen aus Tabelle I, III und V.

Die Menge der Sinkstoffe betrug

	im Zulaufe	im Ablaufe
nach Tabelle I . . .	630,3 mg	27,6 mg
» » III . . .	424,9 »	57,3 »
» » V . . .	145,1 »	127,1 »

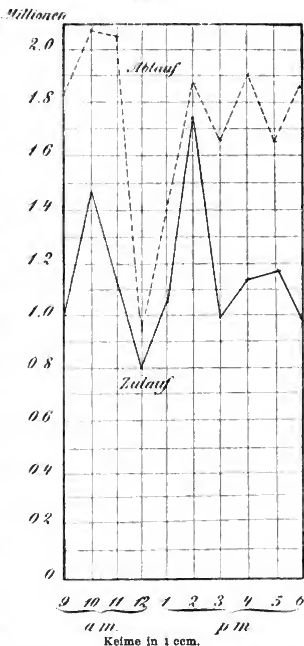
Während also anfänglich die frisch geleerten und neubeschickten Gruben selbst aus sehr stark verunreinigtem Wasser fast die ganze Menge der Sinkstoffe wegzunehmen im Stande waren, floss schon nach drei Monaten trotz geringeren Gehaltes des zufliessenden Wassers ein Wasser mit doppelt soviel Sinkstoffen ab, als anfänglich, und nach 6 Monaten bei noch geringerer Verunreinigung des Zuflusses ein Wasser mit 4 bis 5 Mal mehr Sinkstoffen als das vom ersten Tage.

Auch die Betrachtung der Fig. 5 lässt die allmählich entstandene Unzulänglichkeit der Wirkung deutlich erkennen.

Soweit die Versuche. Fasse ich deren Ergebnisse zusammen, so gelange ich zu den folgenden Endresultaten.

Es ist möglich, mittelst eines oder mehrerer Klärbecken von geeigneten Dimensionen die im Kanalwasser enthaltenen Sinkstoffe — i. e. suspendirte Stoffe, welche bei Ruhe freiwillig zu Boden sinken — fast vollständig abzuscheiden (vergl. Tabelle I). Um diese Wirkung jedoch zu unterhalten, ist es nöthig, den Betrieb einer Kläranlage geeignet zu regeln und für rechtzeitige Entfernung des Schlammes Sorge zu tragen. In dem in Rede stehenden Falle geschieht dies nicht, es hat sich hier eine falsche Praxis herausgebildet, abweichend von den ursprünglichen Intentionen, wonach, wenn eines der Becken bis zur Höhe von 0,5 m unter Wasserspiegel mit Schlamm angefüllt ist, die Ausschaltung und Reinigung erfolgen sollte. Statt dessen ist es zur Gewohnheit geworden, zweimal im Jahre die Entfernung des Schlammes aus den Gruben vorzunehmen,

Fig. 4.

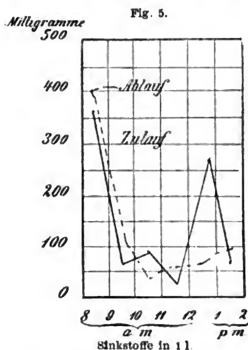


Keime in 1 ccm.

unbekümmert um die Menge desselben, und gleichzeitig aus allen Gruben. Wohl werden einzelne Gruben schon längere Zeit vor der Entleerung ausgeschaltet, wenn sie mit Schlamm angefüllt sind, allein sie bleiben es, auch wenn dies schon Monate vor der nächsten

Räumung stattfindet. Dadurch wird natürlich die Wirkung der gesamten Anlage geschwächt, und werden schliesslich Zustände herbeigeführt, wie ich sie geschildert und mit Zahlen belegt habe. (Tabelle III, VI und V.) Soll die bei den Instituten bestehende Anlage auch fernerhin dazu dienen, das städtische Kanalnetz von Sinkstoffen und damit von Ablagerungen und möglicherweise Verstopfungen frei zu halten, so wird man dazu übergehen müssen, jede einzelne Grube, sobald sie nicht mehr funktionsfähig ist, sofort auszuschalten und zu entleeren; die kurze dadurch veranlasste Unterbrechung wird man sich ruhig gefallen lassen können, da ja auch 3 Klärbassins, wie im ersten Versuche, schon eine nahezu befriedigende Wirkung entfalten und fast sämmtliche Sinkstoffe zurückhalten. Mehr aber als dies wird von der Reinigung durch Sedimentirung nicht verlangt werden können.

Fig. 5.



Sinkstoffe in 1 l.

In dieser Beziehung möchte ich übrigens noch des Eindruckes Erwähnung thun, welchen ich bei meinen Versuchen bezüglich der Beschaffenheit des Kanalwassers aus den klinischen Anstalten erhalten habe. Zu der Zeit, als die Kläranlage angeordnet und gebaut wurde, scheint man noch der Ansicht gewesen zu sein, dass ein Kanalwasser wesentlich nichts Anderes als verdünnte Fäkalien sei, und dass man die Fäkalien mit ihrem infectiösen Inhalte an Bacterien durch Absetzenlassen vom Harne trennen könne. Davon kann jedoch keine Rede sein. Ich habe niemals im zufliessenden Kanalwasser Kothballen schwimmen sehen, das Wasser roch nie nach Excrementen, sondern hatte eben jenen modrigen, üblen Geruch, wie ihn Kanalwasser an sich hat. Die Sinkstoffe sahen auch niemals so aus, als ob sie aus dem menschlichen Darme stammten, sondern wie schwarzer oder schwärzlichgrauer Detritus.

Der menschliche Koth gelangt demnach immer schon erweicht und zum Theile gelöst, auch schon in Zersetzung begriffen in die Anlage, wie auch der Umstand erkennen lässt, dass Papier dort meist nur in kleinen Stückchen zerrissen zum Vorscheine kommt. Unter solchen Umständen wird man nicht annehmen können, dass der beabsichtigte Zweck, nämlich die festen menschlichen Auswurfstoffe und die darin enthaltenen Bacterien in den Klärbassins zurückzuhalten, auch nur annähernd erreicht wird; zum mindesten kann dies nicht von den Bacterien behauptet werden, denn, wie Tabelle II und Fig. 2 zeigen, werden diese bei Weitem nicht in dem Maasse zurückgehalten wie die Sinkstoffe.

Ebenso wäre es ein Irrthum, wollte Jemand annehmen, das gereinigt abfliessende Kanalwasser stelle eine helle oder wenigstens durchsichtige Flüssigkeit dar. Das nach 4 Stunden über dem Schlamme stehende Wasser war ohne Ausnahme in allen Fällen noch getrübt, es enthielt feinste Schwebestoffe, zu denen auch die Bacterien zu rechnen sind, und diese gaben auch nach längerem ruhigen Stehen während mehrerer Stunden keinen Bodensatz mehr.

Ich habe einmal bestimmt, wie gross die Menge von suspendirten Stoffen im Zulaufe noch ist, nachdem die Sinkstoffe zu Boden gefallen sind. Zu diesem Behufe hatte ich am 27. Juli 1892 von ½ Stunde zu ½ Stunde Proben vom Zulauf genommen (von 5 Uhr Morgens bis 8 Uhr Abends); doch wurde nicht, wie bei den vorhergehenden Versuchen, jede einzelne Probe in Arbeit genommen, sondern alle Proben wurden vereinigt zu einer Durchschnittsprobe. Nachdem die Sinkstoffe zu Boden gefallen waren, wurde abgehebert und von der abgeheberten Flüssigkeit je 100 ccm abgedampft. Den Rest filtrirte ich durch ein Berkefeld-Filter, so dass er vollkommen klar ablief. Vom Filtrate wurden wieder je 100 ccm abgedampft und bei 105° getrocknet.

Aus der Differenz zwischen beiden Zahlen ergab sich die Menge der suspendirten Stoffe (Schwebestoffe) zu 7 mg pro Liter. (Im unfiltrirten Wasser fanden sich 915 mg, im filtrirten

dagegen 908 mg.) Diese Menge von 7 mg darf natürlich nicht als constant angesehen werden; an manchem Tage werden sich grössere Mengen, an anderen vielleicht auch geringere Mengen finden, aber immerhin ist diese Zahl von Wichtigkeit, da sie das Mittel aus 31 Einzelproben darstellt, und zwar Einzelproben, die, wie alle vorausgehenden Versuche gezeigt haben, sehr von einander abweichen können. Sie ist übrigens so gering, dass die Ergebnisse meiner Versuche nicht wesentlich alterirt worden wären, wenn ich durchweg die suspendirten Stoffe, d. h. Sinkstoffe plus Schwebestoffe, durch Filtration bestimmt hätte. Das Resultat des Versuches vom 2. Mai ds. Js. (Tab. I) würde sich dann so gestalten:

Suspendirte Stoffe im Zulauf	637,3 mg
„ „ „ Ablauf	34,6 mg
zurückgehaltene Sinkstoffe	602,7 mg

= 94,3 % statt 95,6 %; der Unterschied ist verschwindend.

Nach diesen Erörterungen könnte ich wohl meine Aufgabe als erledigt ansehen; immerhin kann ich es mir nicht versagen, noch einige Bemerkungen über den Werth der Klärung von Kanalwasser durch Sedimentirung anzufügen. Ich habe bei der Beschäftigung mit meinen Versuchen und bei Niederschrift der Ergebnisse die Ueberzeugung gewonnen, dass die Methode verdiente, den übrigen Eingangs genannten Verfahren, wenn auch nicht als gleichwerthig, so doch als selbstständiges Verfahren angereiht zu werden.

Was in den Klärgruben bei den medicinischen Anstalten zu Halle vor sich geht, geht auch vor sich, wenn Kanalwasser in einen träg fliessenden Wasserlauf eingeleitet wird. Ist die Wassermenge dieses nur gross genug, so werden die gelösten Stoffe des Kanalwassers bald genug verdünnt und scheinen zu verschwinden; aber die Sinkstoffe fallen zu Boden und verunreinigen den Flusslauf durch Schlammbänke, und diese wieder das darüber hinfliessende Wasser. Sinkt im Sommer der Wasserspiegel, so fangen die freigelegten Schlammmassen zu gären an und verderben die Luft. Würde in solchen Fällen ein geeignetes Klärbassin vor-

handen sein, so würden diese Unzuträglichkeiten vermieden werden können.

Herr Prof. Renk [1]) hat in einer Reihe von Gutachten überzeugend dargethan, dass eben die suspendirten Stoffe und die aus ihnen gebildeten Schlammbänke es sind, welche zu jenen Unzuträglichkeiten führen, und auch für Halle wird wohl demnächst der Nachweis geliefert werden können, dass die suspendirten Stoffe des Kanalwassers es sind, welche die Saale verschmutzen, und dass die gelösten Stoffe keine Rolle dabei spielen. Die Stadt München trifft eben zielbewusst die Vorbereitungen, ihre bevorzugte Lage an einem schnell fliessenden Flusse auszunützen und ihren ganzen Unrath, soweit er abschwemmbar ist, der Isar zu übergeben, welche nach den hochinteressanten Beobachtungen v. Pettenkofer's sehr wohl im Stande ist, die ganze Masse zu verdauen. Nicht alle Städte sind so glücklich daran, das Gleiche thun zu können, und so sieht man, besonders im Norden unseres Vaterlandes, die grössten Anstrengungen darauf verwenden, dass ja Alles aus dem Kanalwasser entfernt werde, was dasselbe verunreinigt; man geht sogar stellenweise soweit, völlige oder nahezu völlige Sterilität des Kanalwassers zu verlangen, bevor es zur Einleitung in einen Flusslauf approbirt wird.

Ich will durchaus nicht bestreiten, dass für manche grosse Gemeinwesen eine viel weitergehende Reinigung des Kanalwassers, als sie durch einfache Sedimentirung erzielt werden kann, am Platze ist; aber ich kann mir auch sehr wohl denken, dass Fälle vorkommen, in denen die Verhältnisse so liegen, dass vollkommene Abschwemmung der Schmutzstoffe ausgeschlossen, das andere Extrem aber, weitestgehende Reinigung, nicht nöthig ist. Ich denke mir, dass überall dort, wo ein wasserreicher, aber träger Flusslauf zu Gebote steht, es vollkommen ausreicht, die Sinkstoffe durch Sedimentirung zu entfernen. Jedenfalls dürfte das Verfahren vor den neueren Reinigungsmethoden, welche ja an anderen Orten sehr am Platze sein können, den Vorzug voraus

1) Arbeiten aus dem Kais. Gesundheitsamte, Bd. V und VI.

haben, dass es billiger arbeitet, indem es alle chemischen Zusätze erspart und auch in der Anlage durch Wegfall maschineller Einrichtungen geringere Kosten verursacht als jene.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Renk, für die Ueberweisung der Arbeit, sowie für die überaus liebenswürdige Unterstützung bei derselben meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Ueber den Einfluss der Wasserbacterien auf den Cholerabacillus bei der Gelatineplattencultur.

Von

Dr. **Hugo Rehsteiner.**

(Aus dem hygienischen Institut zu Berlin.)

Sollen in Wasser Cholerabacillen aufgesucht werden, so stehen dazu zwei principiell verschiedene Methoden zu Gebote.

1. Die gewöhnliche Koch'sche Gelatineplatten-Methode: Eine Probe des Wassers wird mit geschmolzener steriler Nährgelatine vermischt, das Gemisch auf Platten gegossen, bei Zimmertemperatur hingestellt, und es werden die entstehenden Colonien mikroskopisch untersucht. Das specifische Aussehen der Choleracolonien ermöglicht die Diagnose.

2. Man sucht das zu prüfende Wasser unter Bedingungen zu bringen, welche den eventuell vorhandenen Cholerabacterien relativ günstig, den gemeinen Wasserbacterien relativ ungünstig sind. Solche Bedingungen hat man dadurch zu erzielen gestrebt, dass man dem zu untersuchenden Wasser einen das Wachsthum der Cholerabacterien befördernden Zusatz (alkalische Peptonbouillon) gab und zudem das Gemisch dem Einflusse der Brüttemperatur aussetzte. Nach diesem Princip verfuhr zuerst Schottelius,[1]) dann in jüngster Zeit Arens[2]).

Was die erste Methode, die der Gelatineplattencultur, anbetrifft, so hat man stets stillschweigend vorausgesetzt, dass,

---

1) Schottelius, Deutsche med. Wochenschrift, 1885, Nr. 14.

2) Arens, Münchener med. Wochenschrift, 1893, Nr. 10.

wenn Cholerabacterien vorhanden sind, diese auch auf der Platte auskeimen müssen. Es wäre aber der Einwurf wohl berechtigt, dass die Entwickelung der Cholerakeime zu Colonien hier und da auf der Platte durch die in der Nachbarschaft entstehenden Colonien der Wasserbacterien resp. deren Stoffwechselproducte ungünstig beeinflusst eventuell sogar verhindert werden könne. Diese Frage experimentell zu prüfen unternahm ich auf Anregung von Herrn Professor Dr. Rubner, während des Wintersemesters 1892/93.

Die Versuchsanordnung war folgende:

Man stellte sich unter Zuhilfenahme von sterilisirtem Wasser eine Choleraaufschwemmung her. Ferner stand gewöhnliches keimreiches Flusswasser zur Verfügung. Es wurde nun:

1. Durch Plattenzählung die Menge der in 1 ccm vorhandenen Keime in der Choleraaufschwemmung bestimmt;

2. ebenfalls durch Plattenzählung der Keimgehalt des Flusswassers genau festgestellt;

3. mit abgemessenen Mengen der Choleraaufschwemmung und des Flusswassers ein Gemisch hergestellt, und von diesem Gemische ebenfalls mit abgemessenen Quantitäten Platten gegossen.

Durch mikroskopische Untersuchung der letzteren wurde ermittelt, ob in der That alle auf die Platte gebrachten Cholerakeime zur Entwickelung gelangten.

Die gewöhnliche Art der Zählung der Colonien mit dem bekannten Wolffhügel'schen Zählapparat erwies sich aus verschiedenen Gründen als nicht anwendbar.

In erster Linie ist es schlechterdings unmöglich, die Choleracolonien von ähnlichen Wasserbacteriencolonien vermittelst der Lupe zu unterscheiden.

Ferner ist es wünschenswerth, die Platte sehr dicht mit Keimen zu beschicken, um eine möglichst intensive gegenseitige Einwirkung der Kommabacillen und der Wasserbacterien beziehungsweise ihrer Stoffwechselproducte zu erzielen. Liegen aber die Colonien ausserordentlich dicht, (über 10000 Colonien auf einer Platte), so lassen sie sich mit dem Zählapparat schlecht zählen.

Ich benutzte daher ein Verfahren, wie es ähnlich schon früher von H. Buchner angewendet worden ist und welches eine bequeme und rasche Zählung der Colonien unter dem Mikroskop bei schwacher Vergrösserung ermöglicht:

Man ermittelt den Inhalt eines Gesichtsfeldes in Quadratmillimetern für ein bestimmtes Objectiv und ein bestimmtes Ocular bei einer bestimmten Tubuslänge ein für alle Mal durch möglichst genaues Ausmessen des Durchmessers mit Hilfe eines Objectmikrometers nach der Formel $i = r^2 \pi$. Die Grösse der betreffenden Platte wird in Quadratmillimetern mittelst des gewöhnlichen Zählapparates in bekannter Weise festgestellt; durch Division der ersterhaltenen Grösse in diese resultirt die Zahl der Gesichtsfelder pro Platte. Dann bestimmt man die Zahl der Colonien im Gesichtsfeld und nimmt das Mittel aus einer nicht zu kleinen Anzahl von Gesichtsfeldern, wobei möglichst alle Theile der Platte berücksichtigt werden sollen. Dabei darf nicht ausser acht gelassen werden, die Platte vermittelst der groben Schraube auch in der Tiefe zu durchmustern. Durch Multiplication der gefundenen durchschnittlichen Anzahl der Colonien pro Gesichtsfeld mit der Anzahl der Gesichtsfelder erhält man die Gesammtzahl der Colonien auf der Platte.

Beispiel: Für Objectiv *AA*, Ocular 3, Tubuslänge 160 mm (Vergrösserung 70fach) meines Instrumentes (Zeiss) beträgt der Durchmesser eines Gesichtsfeldes 2,05 mm.

$$r = 1{,}025$$
$$r^2 \pi = 3{,}3 \text{ Quadratmillimeter.}$$

Beträgt die Grösse der Platte z. B. 6600 Quadratmillimeter, so enthält die betreffende Platte 2000 Gesichtsfelder.

In der Regel nahm ich das Mittel aus 40 Gesichtsfeldern, das Verhältnis der ausgezählten zu den vorhandenen Gesichtsfeldern ist somit 1 : 50. War die Zahl der Choleracolonien sehr gering (unter 0,5 pro Gesichtsfeld), so zählte ich 80 bis 100 Gesichtsfelder aus, beträgt die Anzahl der Colonien über 50 pro Gesichtsfeld, so gegnügen 20 Zählungen. Vielfache Controlzählungen, welche ich bei schwach besäeten Platten sowohl nach dieser Methode als nach der gebräuchlichen mittelst des

Wolffhügel'schen Zählapparates ausführte, ergaben ein übereinstimmendes Resultat.

Das Material entnahm ich einer Bouilloncultur, welche aus der letzten Hamburger-Epidemie stammte. Von dieser impfte ich am Tage vor der Aussaat ein Agar-Röhrchen und stellte es über Nacht in den Brütschrank bei 38° C. Mit einer kleinen Oese dieser Cultur stellte ich eine Aufschwemmung in sterilisirtem Wasser her und vermischte in sterilen Reagenzgläschen eine abgemessene Menge der Aufschwemmung mit einer abgemessenen Menge unfiltrirten Spreewassers (Stralauer Wasser) in verschiedenen Verhältnissen. Sowohl von den Mischungen als der Choleraaufschwemmung und dem Spreewasser wurden unmittelbar hernach mit einer bestimmten Anzahl Tropfen Röhrchen, welche ca. 10 ccm geschmolzene, für das Wachsthum der Cholerabacillen geeignete Gelatine enthielten, geimpft und nach sorgfältiger Mischung Platten gegossen. Zum Abmessen benutzte ich 1 ccm-Pipetten in $^1/_{10}$ ccm eingetheilt (20 bis 21 Tropfen = 1 ccm). Von jeder Mischung ebenso wie von der originalen Choleraaufschwemmung und dem Spreewasser stellte ich zwei Platten her; die nachstehenden Resultate entsprechen dem Mittel der beiden Platten. Die Platten wurden während zwei Tagen einer Temperatur von 20° C. ausgesetzt und dann die Zählung vorgenommen. Nach Verfluss dieser Zeit fand ich die Choleracolonien, welche stets mit den Colonien auf der von der reinen Aufschwemmung hergestellten Controlplatte verglichen werden, gleichmässig gross und typisch entwickelt, die Colonien der Saprophyten häufig noch klein, unter dem Mikroskop immerhin deutlich erkennbar. Darin liegt ein weiterer Vortheil der Zählung unter dem Mikroskop, denn schon am dritten Tage haben sich bei Platten, die reich an Wasserbacterien sind, die verflüssigenden Colonien in störender Weise ausgebreitet.

Nachstehend gebe ich einen Auszug aus meinen Versuchen. Ich ging in der Weise vor, dass ich in den Gemischen zuerst die Zahl der Cholerakeime bedeutend überwiegen, hernach die Saprophytenkeime dominiren liess. Der Gehalt des Spreewassers an Wasserbacterien schwankte während der Dauer meiner Versuche bedeutend, ein Umstand, der die Versuchsanordnung

ungünstig beeinflusste. Unter 1/10 Choleraaufschwemmung ist die mit sterilisirtem Wasser auf das 10fache verdünnte Originalaufschwemmung zu verstehen.

Erster Versuch. (1 ccm Spreewasser enthielt 160 000 Keime.)

	Auf der Mischplatte wurden gezählt:	
	Cholerakeime (berechnet auf Volumina d. zugesetzten Cholera-aufschwemmung)	Wasserbacterien (berechn. auf Volumina des zugesetzten Spreewassers)
1 vol Choleraaufschwemmung (74 000 Keime in 1/40 ccm)	73 900 in 1/40 ccm	—
+ 1 vol Spreewasser (4 000 Keime in 1/40 ccm)	—	3 500 in 1/40 ccm
1 vol 1/10 Choleraaufschwemmung (7 000 Keime in 1/40 ccm)	7 300 » » »	—
+ 1 vol Spreewasser (4 000 Keime in 1/40 ccm)	—	3 600 » » »
1 vol Choleraaufschwemmung (7 4000 Keime in 1/40 ccm)	77 000 » » »	—
+ 1 vol 1/10 Spreewasser (400 Keime in 1/40 ccm)	—	350 » » »
1 vol 1/10 Choleraaufschwemmung (7 000 Keime in 1/40 ccm)	7 250 » » »	=
+ 1 vol 1/10 Spreewasser (400 Keime in 1/40 ccm)	—	300 » » »

Zweiter Versuch. (1 ccm Spreewasser enthielt 4 000 Keime.)

1 vol Choleraaufschwemmung (2 175 Keime in 1/40 ccm)	2 200 in 1/40 ccm	—
+ 1 vol Spreewasser (100 Keime in 1/40 ccm)	—	109 in 1/40 ccm
1 vol 1/10 Choleraaufschwemmung (225 Keime in 1/40 ccm)	224 » » »	—
+ 1 vol Spreewasser (100 Keime in 1/40 ccm)	—	112 » » »

Dritter Versuch. (1 ccm Spreewasser enthielt 56 000 Keime.)

1 vol Choleraaufschwemmung (3 900 Keime in 1/40 ccm)	4 000 in 1/40 ccm	—
+ 1 vol Spreewasser (1 400 Keime in 1/40 ccm)	—	1 450 in 1/40 ccm
1 vol 1/10 Choleraaufschwemmung (390 Keime in 1/40 ccm)	400 » » »	—
+ 1 vol Spreewasser (1 400 Keime in 1/40 ccm)	—	1 420 » » »

	Auf der Mischplatte wurden gezählt:	
	Cholerakeime (berechnet auf Volumina d. zugesetzten Cholera-aufschwemmung)	Wasserbacterien (berechn. auf Volumina des zugesetzten Spree-wassers)
Fortsetzung zum dritten Versuch.		
1 vol Choleraaufschwemmung (3 900 Keime in 1/40 ccm)	4 050 in 1/40 ccm	—
+ 10 vol. Spreewasser (12 000 Keime in 1/4 ccm)	—	13 400 in 1/4 ccm
1 vol 1/10 Choleraaufschwemmung (390 Keime in 1/40 ccm)	420 » » »	—
+ 10 vol. Spreewasser (12 000 Keime in 1/4 ccm)	—	13 200 » » »
Vierter Versuch. (1 ccm Spreewasser enthielt 28 000 resp. 31 000 Keime)		
2 vol Choleraaufschwemmung (950 Keime in 1/10 ccm)	933 in 1/10 ccm	—
+ 10 vol Spreewasser (15 500 Keime in 1/2 ccm)	—	15 500 in 1/2 ccm
1 vol Choleraaufschwemmung (487 Keime in 1/20 ccm)	466 in 1/20 ccm	—
+ 10 vol Spreewasser (15 500 Keime in 1/2 ccm)	—	15 500 » » »
1 vol 1/10 Choleraaufschwemmung (54 Keime in 1/20 ccm)	ca. 12 in 1/20 ccm	—
+ 10 vol. Spreewasser (15 500 Keime in 1/2 ccm)	—	15 500 » » »
1 vol Choleraaufschwemmung (487 Keime in 1/20 ccm) + 20 vol Spreewasser (28 000 Keime in 1 ccm)	Die Platte war am 2. Tage schon zu stark verflüssigt. Zählung unmöglich.	

Die Versuche zeigen ganz übereinstimmend, dass es unter den verschiedenartigsten Mischungsverhältnissen, sei es dass die Wasserbacterien, sei es dass die Kommabacillen in der Mehrzahl sind, innerhalb weiter Zahlengrenzen möglich ist, genaue quantitative Werthe zu erhalten.

Dadurch ist auch die Annahme einer Wachsthumsbehinderung der Kommabacillen durch Wasserbacterien in Gelatineplattenculturen widerlegt; zunächst freilich nur für das Stralauer Spreewasser. Aber gerade das Letztere hat eine so reiche Bacterienflora, dass die Uebertragung unserer Ergebnisse auf andere

Wassersorten einem ernstlichen Einwand nicht begegnen kann. Das einigermaassen geschulte Auge vermag die Kolonien der Kommabacillen in den meisten Fällen gut von den übrigen vorkommenden Wasserkeimen zu unterscheiden.[1])

Wenn die Kommabacillen auch nur ca. 3% aller zur Entwickelung kommenden Keime ausmachten, war es mir möglich, sie quantitativ genau wieder aufzufinden; sinkt ihre relative Quantität unter diese Grenze, dann scheint die Erkennung schwieriger sich zu gestalten. In einem Falle, als unter 10000 Keimen nur 34 Kommabacillen zur Aussaat gelangten (Versuch IV), konnte ich immerhin noch (auf die gleiche Aussaat berechnet) bei etwa acht Keimen feststellen, dass es sich um Kommabacillen handelte. Die Grenze eines nur qualitativen Nachweises der letzteren ist also noch nicht erreicht.

Berlin, 20. März 1893.

1) Das Vorkommen von Colonien, welche jenen des Kommabacillus ähnlich sind, scheint zwar nicht so selten zu sein, darf aber in quantitativer Hinsicht auch nicht überschätzt werden.

Berichtigung

zur Abhandlung des Herrn Prof. Dr. G. Wolffhügel

„Zur Lehre vom Luftwechsel."

Seite 273, Zeile 16 v. o. lies Oxydation statt Reduction.
Seite 276, 2. Fussnote lies 1888, S. 91 statt Bd. 106 (1888) S. 213.
